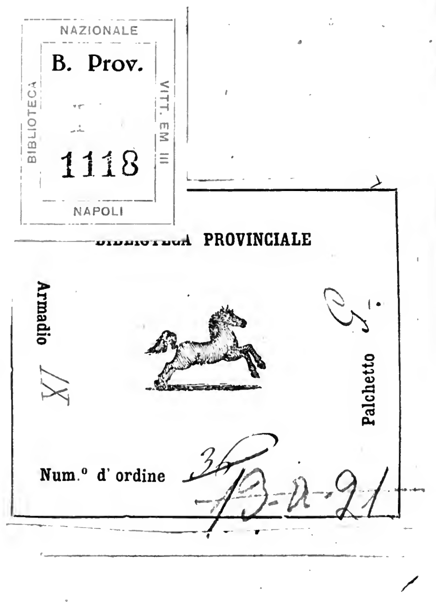




NAZIONALE
BIBLIOTECA
B. Prov.
1118
VITT. EM III
NAPOLI
BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
XI
Palchetto
G.
Num.° d' ordine
36
B-a-21

TRAITÉ
DE PAIX ENTRE
DESCARTES
ET
NEWTON,
PRÉCÉDÉ

DES VIES LITTÉRAIRES
de ces deux Chefs de la Physique moderne.

TOME TROISIÉME.

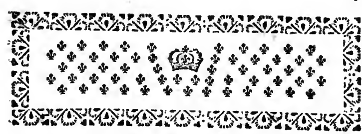
CONTENANT
LE SYSTÉME NEWTO-CARTÉSIEN.

Par le P. AIMÉ-HENRI PAULIAN, *Professeur de Physique au Collége d'Avignon, de la Compagnie de Jesus.*



A AVIGNON,
Chez la Veuve GIRARD, Impr. Libr. à la Place St. Didier.

M. DCC. LXIII.
AVEC PERMISSION DES SUPÉRIEURS.



PRÉFACE

CONTENANT QUELQUES Anecdotes relatives à cette troisième Partie.

CE ne fut d'abord que pour m'inſtruire, & pour prendre le ton de la bonne Phyſique, que je lus ce grand nombre d'ouvrages dont je viens de rendre compte au Public dans les deux volumes précédents. Mais comme je m'apperçus, à la première lecture, qu'il n'étoit pas impoſſible de concilier les deux célébres Philoſophes qui en ſont les Auteurs,

je me déterminai à les lire une seconde fois avec encore plus d'attention que la première, pour examiner les choses de plus près, & pour peser le pour & le contre avec plus de maturité. Ce n'est donc pas ici un projet que j'aie formé à la légère & sans connoissance de cause. Je l'ai insinué dans tous les ouvrages que j'ai donnés au Public depuis 5 à 6 années; & je l'ai fait pour l'ordinaire d'une manière si claire & si précise, que les Journalistes de Trévoux, en rendant compte de mon grand Dictionnaire de Physique, crurent devoir faire la réflexion suivante : *on jugera, par ce que nous venons de dire, que le P. Paulian est Nevvtonien. Il l'est en effet; mais pas en tout. Le systême qu'il a embrassé est comme mi-*

toyen entre celui de Nevvton & celui de Descartes. Il s'accorde entièrement avec le premier pour la Physique céleste, la lumière & les couleurs; mais il se rapproche beaucoup du second dans ce qui regarde la dureté, l'Elasticité, les Fermentations, les Tuyaux capillaires &c. (1) Cette réflexion, beaucoup plus juste que les éloges qui la précédent, me fit un plaisir infini, & me détermina à présenter, en grand, un systéme dont je n'ai encore donné que quelques branches, pour sonder le gout du Public. Au reste je ne suis pas le premier à tenter une pareille conciliation. En l'année 1740. M. Privat de Molières fit imprimer des leçons physiques dans lesquelles il préten-

(1) Journal de Trévoux du mois de Mai 1761, pag. 1169.

doit qu'on trouveroit heureusement allié le Cartésianisme avec le Newtonianisme. Voici ce qu'on lit à la page XIII. de la Préface du premier volume. *Ce qui me fait le plus espérer d'obtenir la réünion de tous les esprits à l'égard des Principes de la Physique, c'est que dans cette suite non interrompue de Propositions démontrées, les principaux Dogmes des deux plus célébres Philosophes de nos jours, Descartes & Nevvton, Dogmes qui paroissent si contraires, s'y trouveront renfermés, éclaircis, & si bien liés les uns aux autres, que l'on verra peut être avec surprise, que quoique l'un & l'autre de ces grands-Hommes, ayent pris des routes très-opposées, ces routes néanmoins tendoient l'une & l'autre à la découverte du vrai. En un mot*

on verra naître du systéme du Plein *que Descartes a suivi, le* vuide *même de Nevvton, ou cet* espace non résistant *dont ce Philosophe a si invinciblement établi la présence ; & de l'*impulsion *cette* Attraction, *ou Pesanteur qui croit & décroit en raison inverse du quarré de la distance ; attraction dont Nevvton, sans néanmoins en avoir pu découvrir la cause méchanique, a tiré tant de belles conséquences, fondées sur un calcul dont la sublimité ne retranche rien de l'évidence, & dont ce grand-Homme est le premier inventeur.* Privat de Molieres dont le mérite n'est pas équivoque, étoit peut-être le Physicien que je connoisse, le moins propre à exécuter une pareille entreprise ; c'étoit un Cartésien outré, pour ne pas dire fanatique.

Auſſi n'a-t-il pas même été ſoupçonné d'avoir tenu ſa parole ; on n'eſt pas fait pour accommoder les gens, lorſqu'on eſt déterminé à mettre tout d'un côté, & rien de l'autre.

Au commeucement de ce ſiécle, le P. Daniel Jéſuite donna un *Traité d'accommodement entre Ariſtote Prince des Philoſophes, & M. Deſcartes chef de la nouvelle ſecte* (1). Cette piéce, toute ingénieuſe qu'elle eſt, ne m'a pu être d'aucun uſage ; & c'eſt pour le démontrer au lecteur, que je vais lui en faire le précis, en me ſervant, autant qu'il me ſera poſſibles des termes même de l'Auteur : quelque malin pourroit peut-être s'imaginer que mon Traité de paix entre Deſcartes & Newton n'eſt, à bien des

(1) Voyage du Monde de Deſcartes, pag. 195 & ſuivantes.

égards, qu'une répétition du Traité d'accommodement que proposa autrefois le P. Daniel entre Ariſtote & Deſcartes.

Le Traité de Daniel eſt diviſé en deux Parties. La première preſcrit la manière dont les Ariſtotéliciens & les Cartéſiens devront déſormais ſe comporter les uns avec les autres, dans les livres, dans les diſputes, dans les converſations. La ſeconde contient diverſes propoſitions ſur leſquelles les Ariſtotéliciens ſe relâcheront, pour ſe rapprocher davantage des Cartéſiens, demandant réciproquement que les Cartéſiens ſe relâchent ſur d'autres, pour ſe rapprocher des Ariſtotéliciens. Voici les quatre articles qui compoſent la première Partie, ou plutôt qui forment les préliminaires au Traité de paix.

1°. On ne se dira plus d'injures les uns aux autres. Les Femmes sçavantes ne traiteront plus dans les ruelles Aristote de fat & de pédant. D'autre part les vieux Professeurs de Philosophie épargneront à Descartes les épithétes de visionnaire, d'extravagant, d'hérétique & d'athée.

2°. Aristote désavouera tous les livres composés contre Descartes d'une manière outrée & injurieuse ; & Descartes désavouera tous ceux où Aristote n'est pas traité avec les égards qu'il a droit d'exiger.

3°. Défenses seront faites à tout Cartésien de décider du mérite d'Aristote, sans l'avoir lu en grec. Défenses pareillement seront faites à tout Péripatéticien de pester contre la Philosophie de Descartes, sans avoir auparavant prouvé qu'il la comprend;

4°. Les Cartésiens seront priés de ne pas attribuer à Aristote les sottises qu'on débite dans les Écoles péripatéticiennes ; & les Aristotéliciens seront priés de ne donner à personne le nom de Cartésien qu'avec beaucoup de discernement, surtout lorsqu'il s'agira de certains jeunes Abbés, Cavaliers, Avocats, Médecins qui se disent Cartésiens dans les compagnies, pour avoir un titre de bel esprit, qu'ils obtiennent quelquefois par la seule hardiesse de parler à tort & à travers de matière subtile, de globules du second élément, de tourbillon, d'automates, sans sçavoir autre chose que ces termes.

L'on signa les préliminaires sans contestation, & l'on en vint au Traité dont voici les points principaux.

1°. Ariſtote renoncera à toute ſubſtance incompléte diſtinguée de la matière, connue ſous le nom de *Forme ſubſtantielle* ; & Deſcartes donnera aux Bêtes une véritable Ame qui ne ſera ni matière, ni eſprit.

2°. Ariſtote accordera à Deſcartes que l'eſſence de l'Ame eſt de penſer toujours, pourvu que celui-ci lui avoue que le corps par miracle peut être dépouillé de ſon étendue, & que par conſéquent l'étendue actuelle n'eſt pas de ſon eſſence.

3°. Ariſtote ne chicanera pas Deſcartes ſur l'exiſtence du *Plein*, pourvu que celui-ci lui avoue que le vuide n'eſt pas métaphyſiquement impoſſible.

4°. Ariſtote convient qu'il n'eſt rien de plus abſurde que les *eſpèces*

intentionnelles ; mais il veut que Deſcartes diſe que nous ne ſçavons pas dans quel *Milieu* notre Ame connoit les objets matériels.

5°. Il ſera permis en Philoſophie d'aſſurer que l'Ame eſt répandue par tout le corps, ou quelle réſide uniquement dans la glande pinéale.

6°. Il ſera encore permis d'aſſurer, ou de nier que Dieu ſeul puiſſe produire le mouvement dans la matière.

7°. Il ſera défendu de ſoutenir que Dieu puiſſe changer l'eſſence des choſes.

8°. Les Ariſtotéliciens ſeront obligés d'expliquer, comme les Cartéſiens, la dureté, la fluidité, le reſſort, la chaleur, le froid, & la plupart des autres qualités des corps.

9°. Les Régles du mouvement

trouvées par Descartes, seront sujetes à un nouvel examen ; & on les adoptera, si elles se trouvent conformes à l'expérience ; si non, on les rejettera.

10. Aristote signera que le Monde n'a pas existé de toute éternité, pourvu que Descartes signe qu'il a pu avoir une pareille existence.

11. Aristote sacrifiera sa sphére de feu, pourvu que Descartes fasse le sacrifice de ses Tourbillons. L'accommodement imaginé par le P. Daniel ne contient aucun autre article dont il soit nécessaire de faire mention. Le lecteur peut le comparer avec le nouveau systéme de Physique que je lui propose ; je ne crains pas qu'il soit tenté de m'accuser de plagiat.

J'ai encore moins puisé dans une

Philosophie latine, intitulée *Philosophia vetus & nova*, qu'on regardoit autrefois comme une espèce de Traité de paix entre les Philosophes anciens & les Philosophes modernes ; Descartes n'y joue pas un grand rolle, & on n'y fait pas plus mention de Newton, que s'il n'eut jamais existé. L'Auteur (M. Duhamel) est cependant un homme d'un vrai mérite ; & son cours de Philosophie vaut encore mieux que tous ceux qui ont paru jusques à aujourd'hui.

En un mot c'est en comparant les pensées de Descartes avec celles de Newton, que j'ai formé le plan général de Philosophie que contient cette troisième Partie de mon ouvrage. S'il est bon, je l'attribue à la beauté des matériaux que j'ai mis en œuvre ; s'il est mauvais, je ne

puis m'en prendre qu'à moi-même & à mon peu d'habileté. C'eſt-ici le lieu d'indiquer les livres que j'ai lus, pour me mettre en état de compoſer ce troiſième volume. Les Principaux ſont ſans contredit les ouvrages de Deſcartes & de Newton dont je viens de donner les extraits, dans les deux volumes précédents. J'ai déja averti dans la Préface qui ſe trouve à la tête du premier volume, que le compte que je rendrois de ces ouvrages dans mes deux vies littéraires, prouveroit l'attention ſcrupuleuſe avec laquelle je les avois lus ; j'eſpére que le lecteur conviendra que j'ai tenu ma parole. Mais comme je prétens donner dans cette troiſième Partie un ſyſtéme général de Philoſophie, cette lecture ne

m'auroit pas ſuffi. J'ai donc lu.

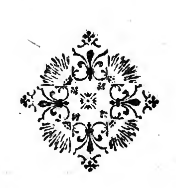
Pour la Logique, les Préceptes d'Ariſtote, les Principes du raiſonnement du P. Buffier Jéſuite, & l'art de penſer, connu ſous le nom de Logique de Port-royal.

Pour la Phyſique, tout ce qui a paru de bon ſur cette matière en latin & en françois, depuis Deſcartes juſques à aujourd'hui.

Pour la Métaphyſique, la plupart des ouvrages des Modernes qui ont quelque réputation. J'en ai fait autant pour la Morale, dont je donnerai les Préceptes d'une manière purement philoſophique.

Au reſte je ne pouvois pas ſouhaiter, pour mettre ce livre au jour, une circonſtance plus heureuſe que celle-ci. L'année même que deux Puiſſans Monarques donnent la Paix

à la France & à l'Angleterre, j'ai le bonheur de publier un Traité d'accommodement entre les deux plus grands Philoſophes que ces deux Royaumes ayent vû naître dans leur ſein.



AVIS AU LECTEUR

Sur la Manière dont il doit étudier le Systéme Newto-Cartésien contenu dans ce troisième Volume.

LE troisième volume de cet ouvrage est plutôt fait pour être étudié, que pour être lu ; & il a un rapport essentiel avec les deux qui le précédent. Voici donc deux avis que je crois devoir donner a tout lecteur, & surtout aux Physiciens commençans qui voudroient se mettre au fait du nouveau systéme de Philosophie que je présente au Public, dans la troisième Partie de ce Traité de Paix.

1°. *Il ne faut pas entreprendre la lecture de ce troisième volume, sans avoir lu auparavant, à tête reposée, les Vies littéraires de Descartes & de*

Nevvton ; ce ſeroit vouloir perdre ſon tems & ſa peine ; le Chevalier à qui j'expoſe mon nouveau ſyſtême, eſt ſuppoſé être parfaitement au fait de ces deux vies.

2°. Il faut, en liſant ce troiſième volume, avoir à la main les deux autres. Souvent je les cite ; & plus ſouvent encore j'avertis que tel point de Phyſique, ou de Métaphyſique que j'adopte, ou que je rejette, a été diſcuté dans le premier, ou dans le ſecond volume. Je ne manque pas alors d'indiquer le livre, & la page, afin que le lecteur puiſſe revenir ſans peine ſur ſes pas.





TRAITÉ
DE PAIX
ENTRE
DESCARTES & NEWTON,
OU
SYSTÉME GÉNÉRAL DE PHILOSOPHIE
TIRÉ PRINCIPALEMENT DES OUVRAGES
DE CES DEUX PHILOSOPHES.

INTRODUCTION.



ME voici enfin arrivé à la Partie la plus critique & la plus intéreſſante de mon ouvrage. Il ne s'agit pas ſeulement de concilier les

deux Philoſophes dont je viens d'expoſer les véritables ſentimens ; il s'agit ſurtout de propoſer un ſyſtéme général de Philoſophie que la Raiſon adopte, que la Méchanique étaye, que l'Expérience confirme, & dans lequel il entre à peu près autant de Carteſianiſme que de Newtonianiſme. L'entrepriſe eſt difficile, j'en conviens ; mais il n'eſt pas impoſſible de l'exécuter ; elle ne paroitra même téméraire qu'à ceux qui s'imagineroient que je prétens adopter aveuglément & ſans choix tout ce qu'ont écrit Deſcartes & Newton ſur les différentes Parties de la Philoſophie. Dans leurs ouvrages, je le ſçais, ils ont avancé l'un & l'autre du *faux*, du *probable*, & du *vrai*. Les preuves de cette Propoſition ſont conſignées dans les deux volumes précédens ; & tout Lecteur qui voudra me ſuivre, doit les avoir préſentes à l'eſprit. Voici donc la conduite que je ſuis réſolu de tenir dans la concluſion de ce Traité de paix. Tout ce qui a été regardé comme *faux* dans les Vies littéraires de Deſcartes & de

Newton, quelque amuſant qu'il ſoit, n'aura aucune part à mon ſyſtéme mixte; *amicus Ariſtoteles, ſed magis amica verita.s* Tout ce qui a été démontré *vrai*, en ſera le fondement & la baſe; les vérités philoſophiques découvertes par Deſcartes ne ſont pas plus oppoſées aux vérités philoſophiques découvertes par Newton, que les verités mathématiques trouvées par celui-ci ſont oppoſées aux vérités mathématiques trouvées par celui-là: la vérité eſt *une*, elle n'eſt jamais oppoſée à ellemêma. Pour ce qui a été décidé *probable*, je l'adopterai, ou je le rejetterai indifféremment, de quelque part qu'il me vienne, ſuivant les circonſtances où je me trouverai; il faut, pour le bien de la paix, ſçavoir faire de tems en tems quelques ſacrifices. Voilà l'idée générale que l'on doit ſe former de cette troiſième Partie. Pour développer mes penſées avec plus d'ordre, & par conſéquent avec plus de clarté, je diviſerai mon ſyſtéme général de Philoſophie en ſix parties.

La première présentera un plan de Logique un peu différent de celui qu'on suit dans les Écoles ; il n'en sera par-là même que meilleur.

La Physique générale sera le sujet de la seconde Partie. Je crois qu'on pourra l'appeller dans toute la rigueur des termes, *Physique Newto-Cartésienne ;* Descartes & Newton m'en ont fourni les Principes.

La troisième & la quatrième Partie contiendront, l'une la Physique céleste, & l'autre la Physique terrestre. Si dans celle-là Newton est écouté comme un oracle, Descartes dans celle-ci sera souvent pour nous un Guide très-assuré.

La cinquième Partie donnera une idée de la véritable Métaphysique. Je ne crains pas qu'on m'accuse de l'avoir prise dans les cours de Philosophie qui ont paru jusques à aujourd'hui ; je n'ai jamais été tenté de puiser dans pareilles sources.

Enfin la sixième Partie fournira les Préceptes de la plus saine Morale. Voilà en deux mots le plan général de ce troisième volume.

LIVRE



LIVRE PREMIER.

DE LA LOGIQUE.

LETTRE PREMIÉRE.

Expoſition & critique de la Logique de l'École. Idée de la véritable Logique. Régles de la définition, & de la diviſion. Nature du jugement. Réflexions ſur les Propoſitions contradictoires & contraires. Régles du Raiſonnement. Principes ſur leſquels tout Raiſonnement eſt fondé.

VOus le ſçavez, mon cher Chevalier; la Logique eſt l'art de raiſonner, c'eſt la Géométrie des opérations de l'Ame. Mais eſt-ce là la Logique de l'École? Pour vous aider à décider cette queſtion, permettez-moi de vous ſuggérer quelques réflexions qui ne me paroiſſent pas déplacées. Qui regarde-t-on dans les Écoles com-

me un grand Logicien, comme un sujet sur lequel la République des hautes Sciences doit fonder les espérances les plus flateuses ? Vous ne l'ignorez pas ; c'est un Pédant qui, muni d'une voix de tonnerre, sçait déraisonner, les heures entières, sur quelqu'une des questions suivantes.

Adam a-t il eu, ou n'a-t-il pas eu la science infuse ?

Les premiers Principes sont-ils bien évidents ; & ne pourroit-il pas se faire absolument que la partie fut plus grande, que le Tout, ou que du moins elle lui fut égale : qu'en même-tems le même homme existât & n'existât pas ; que 2 & 2 fissent ou 3, ou 5 : que deux choses égales à une troisième ne fussent pas égales entr'elles &c. &c.

La Logique est-elle une science spéculative ou pratique ? Est-elle absolument nécessaire, ou simplement utile pour acquérir des sciences qui n'ont presque aucune relation avec elle ?

Une chose est-elle distinguée réellement d'elle-même, ou bien, *une chose peut-elle ne pas être réellement elle-même ?* La plupart des

Philoſophes répondent gravement que la diſtinction *réelle* ſeroit trop forte, que la diſtinction de *raiſon raiſonnante* ſeroit trop foible; mais que la diſtinction de *raiſon raiſonnée* fournit les réponſes les plus ſatisfaiſantes aux difficultés que l'on peut faire à cette occaſion. Mais, mon cher Chevalier, la queſtion de Logique que l'on traite avec le plus d'emphaſe; la queſtion que l'on donne comme la clef des hautes ſciences, c'eſt ſans contredit celle-ci.

Ne peut il point y avoir d'Univerſel de la part de la choſe, Datur ne univerſale à parte rei, c'eſt-à-dire, Dieu a-t-il créé quelque être qui ſoit en même-tems ſingulier & univerſel, ou, ce qui revient au même, ſingulier & non ſingulier. C'eſt là le *pont aux ânes* de la Logique. A-t-on défait ce nœud gordien ? L'on n'a plus beſoin de Maître pour répondre aux queſtions ſuivantes.

Une Propoſition une fois vraie, peut-elle ne l'être pas; & ſi elle l'eſt, a-t-elle la vérité dans elle-même, ou hors d'elle-même.

Un homme que je vois ſe précipiter volon-

tairement d'un quatrième étage, tombe-t-il parce que je le vois tomber, ou parce qu'il a voulu se donner la mort ; en un mot qui de nous deux est la cause de sa chute, moi qui le vois tomber, ou lui qui veut trancher le fil de ses jours ?

Telles sont, mon cher Chevalier, les questions ridicules dans lesquelles sont comme noyés les excellens préceptes qui forment la Logique *proprement dite.* Si Descartes vivoit de nos jours, il assureroit, comme il fit autrefois, qu'il est aussi difficile de séparer la véritable Logique de la Logique des Écoles, que de tirer une Minerve, ou une Diane d'un bloc de marbre qui n'est pas ébauché (1). Celle qu'il a donnée, je le sçais, n'est pas suffisante. Elle contient cependant 4 préceptes qui feront partie de celle dont je vais vous tracer le plan. Je vous dirai donc aujourd'hui, comme Descartes se disoit autrefois à lui-même ; *Ne regardez comme vrai, que ce qui vous pa-*

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 10.

roitra évidemment être tel (1). Ne regardez donc comme véritables préceptes de Logique, que ceux qui vous aideront à bien *concevoir*, a bien *juger*, & à bien *raisonner*; car la Logique est la science qui doit diriger votre Ame dans ses opérations; & il est impossible que cette substance spirituelle en produise quelqu'une, qui soit distinguée des trois que je viens de vous nommer. Je me représente la vertu; voilà l'*idée* ou l'*appréhension*. J'assure qu'elle est le véritable bien après lequel un homme raisonnable doive soupirer; voilà le *jugement*. Je conclus qu'il faut la pratiquer; voilà le *raisonnement*. Mais quelles sont les régles de Logique qui pourront vous aider à bien *concevoir*, à bien *juger*, & à bien *raisonner*; les voici en peu de mots. Les loix de la *Définition* & de la *Division* vous aideront à bien *concevoir*. Celles qui regardent l'opposition des Propositions, vous serviront à *juger* sainement des choses. Enfin vous serez sûr de *raisonner* juste, si vous mettez en usage les

(1) Tome I. de cet Ouvrage, page 11.

régles d'Aristote sur le Syllogisme. Entrons ici dans un détail qui sera peut-être plus utile, qu'agréable.

Le premier pas qu'il faut faire en Logique, mon cher Chevalier, si vous voulez avoir des idées claires & distinctes, c'est de ne pas confondre la *Définition* du *nom* avec la *Définition* de la *chose*. La première, purement arbitraire, nous apprend l'idée que les hommes ont appliquée à tel & à tel mot dont ils ont voulu se servir préférablement à tel ou à tel autre qu'ils auroient pû employer. Lorsque, par exemple, ils appellent *triangle* une figure de trois côtés & de trois angles, c'est là sans doute une *Définition* de *nom*; nous l'appellerions aussi bien *trapeze* ou *rhombe*, si tel eût été le bon plaisir des premiers Géométres. Il n'en est pas ainsi de la *Définition* de la *chose*; simple, claire, & précise, elle doit expliquer avec toute la netteté & toute l'exactitude possible l'essence, ou la nature de l'objet défini. Me demandez-vous la définition de l'homme? Je vous l'apporte, en vous

aſſurant que l'homme eſt une ſubſtance capable de produire des ſenſations & des raiſonnemens, ou bien, comme parle l'École, un *animal raiſonnable.* Vous comprenez auſſi bien que moi, mon cher Chevaliet, que cette définition contient deux membres. Le premier auquel on donne le nom de *Genre*, convient à d'autres êtres qu'à l'homme, puiſque, quoi qu'en diſe l'École Cartéſienne (1), les animaux ſont capables de produire de véritables ſenſations. Le ſecond membre qu'on appelle *différence*, caractériſe l'homme, & le diſtingue de tout ce qui n'eſt pas individu de la nature humaine. Auſſi l'un des Préceptes de la Logique *proprement dite* eſt-il conçu en ces termes, *toute définition doit contenir le genre & la différence de l'objet défini.*

La Logique, pour rectifier nos idées, traite d'une autre eſpèce de définition plus facile à trouver que celle dont je viens de vous parler ; on la nomme *Diviſion.* Bornés comme nous ſommes dans nos connoiſſan-

(1) Tome I. de cet Ouvrage, p. 77. & ſuivantes.

ces, il vaut mieux considérer, les unes après les autres, les différentes parties dont un *tout* est composé, que de contempler le *tout* en même tems. Toute Division, pour être conforme aux régles de la saine Logique, doit être *entière*, c'est-à-dire, comme l'explique Descartes (*), dans les dénombremens qu'on est souvent obligé de faire, il faut autant qu'il est possible, pouvoir s'assurer qu'ils sont complets, & qu'on n'a rien omis de ce qui doit y entrer. De même lorsque l'on a plusieurs difficultés à examiner, il faut les prendre les unes après les autres, & les diviser en autant de branches qu'il se pourra ; ce sera là le vrai moyen de les résoudre facilement. Le Précepte suivant peut encore se rapporter à la division ; il est tiré, comme les deux précédents, de la Logique de Descartes. Il faut aller par ordre dans la recherche de la vérité, c'est-à-dire, il faut aller des objets les plus simples & des connoissances les plus faci-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 11. & suiv.

les aux objets les plus composés & aux connoissances les plus épineuses.

Le P. Buffier Jésuite, dans son cours de sciences, pag. 751 veut que l'on indique aux jeunes Logiciens les sources les plus fréquentes des fausses idées. Il en trouve 5 principales. Le rapport de nos sens ausquels il n'est pas toujours prudent de se fier. Le témoignage de ceux qui ont de l'autorité sur notre esprit, une autorité sur-tout acquise par l'estime. Le sentiment de nos passions; un homme passionné n'a que de fausses idées sur l'objet de sa passion. Les préventions de la coutume; nous ne sommes que trop portés à regarder comme ridicule ce qui n'est pas conforme aux usages de notre Nation, de notre Païs, de notre Famille. Enfin l'ambiguité qui régne dans la plûpart des discours des hommes, de ceux surtout qui sont ennemis ou corrupteurs de la vérité. Ces régles, sûres & admirables en elles-mêmes, me paroissent plutôt appartenir à la Morale, qu'à la Logique. Je ne voudrois pas aussi qu'on demandât en Logique

quelle eſt l'origine de nos idées ; cette queſtion appartient à la Métaphyſique la plus ſublime ; un Logicien n'eſt pas plus obligé d'y répondre, qu'un Architecte de ſçavoir comment ſe forment les pierres dans le ſein de la Terre. C'eſt-là un des défauts d'une Logique, d'ailleurs aſſez bonne, intitulée l'*Art de penſer*.

Les régles de la *Définition* & de la *Diviſion* ne vous aideront pas ſeulement à bien *concevoir*, elles vous apprendront encore à bien *juger*. Quel eſt l'homme en effet ſur le jugement duquel on peut compter ? C'eſt celui, & ce n'eſt que celui qui connoiſſant bien la nature des choſes, aſſure que telle idée peut, ou ne peut pas s'allier avec telle autre. *Un Phyſicien doit* être *Géometre ;* voilà un jugement vrai affirmatif ; il ne peut être prononcé que par un homme qui a tiré de la nature de ces deux ſciences le rapport eſſentiel qu'elles ont entr'elles. *Un Médecin ne doit pas être Phyſicien ;* voilà un jugement faux, négatif, porté par un homme auſſi igno-

tant en Physique, qu'en Médecine. Dans la première de ces deux Propositions, où dans le premier de ces deux jugemens, le *sujet* est le Physicien, & le Géométre est l'*attribut*; dans le second le Physicien devient l'*attribut*, & le Médecin est le sujet. Ce sont-là des termes qu'il est bon de connoitre. Mais ce qu'un homme d'esprit ne doit pas confondre, ce sont les Propositions contradictoires & les Propositions contraires.

Tout homme est sçavant.
Quelque homme n'est pas sçavant.

Voilà deux Propositions exactement contradictoires. La seconde nie précisément ce qu'il faut pour rendre fausse la première; aussi est-il métaphysiquement impossible qu'elles soient toutes les deux vraies, ou toutes les deux fausses; la première est-elle vraie? La seconde sera fausse; celle-ci est-elle vraie? Celle-là ne le sera pas. Il en est de même des deux Propositions suivantes; *Pierre est riche*,

Pierre n'est pas riche ; on doit les faire entrer dans la classe des Propositions contradictoires.

Pour les Propositions contraires, il peut se faire qu'aucune des deux ne soit vraie ; la seconde, aussi universelle que la première, nie par-là même plus qu'il n'est nécessaire pour rendre fausse celle-ci.

Les deux Propositions suivantes vont servir & d'exemple & de preuve à cette vérité ; elles sont toutes les deux évidemment fausses.

Tout homme est sçavant.
Nul homme n'est sçavant.

De deux Propositions contraires, l'une peut être vraie, l'autre fausse, comme il arrive pour ces deux-ci.

Tout homme est raisonnable.
Nul homme n'est raisonnable.

Mais ce que je vous prie de bien remarquer, mon cher Chevalier, c'est qu'il est impossible que deux Propositions contraires soient vraies ; pourquoi ? Parce

qu'alors deux Propositions contradictoires le seroient aussi. En voici la démonstration la plus rigoureuse.

Supposons pour un moment que ces deux Propositions soient vraies ; *Tout homme rit ; nul homme ne rit.* Cela supposé, je raisonne ainsi. S'il est vrai que nul homme ne rie, il sera vrai que quelque homme ne rit pas ; donc l'on devra regarder comme vraies ces trois Propositions ;

Tout homme rit.
Nul homme ne rit.
Quelque homme ne rit pas.

Mais la première & la troisième de ces Propositions sont évidemment contradictoires ; donc si deux Propositions contraires pouvoient être vraies, deux Propositions contradictoires pourroient l'être aussi.

Les Régles du *Raisonnement* que les Logiciens ont coutume d'appeller les régles du *Syllogisme*, sont encore plus faciles à saisir que toutes celles dont je viens de vous faire l'énumération. Faisons d'abord

un *Raisonnement* dans toutes les formes ; & examinons-le ensuite depuis le premier mot jusqu'au dernier. En voici un contre lequel je défie le Pédant le plus acariatre de se recrier.

Toute science est estimable.
Mais la Logique est une science.
Donc la Logique est estimable.

Vous voyez d'abord, mon cher Chevalier, que ce raisonnement ne contient que trois Propositions, la *Majeure* ou la première ; la *Mineure* ou la seconde ; la *Conséquence* ou la troisième. Vous voyez encore que tout ce qui est affirmé dans la troisième Proposition, l'a été auparavant dans les deux premières, que l'on a coutume d'appeller *prémisses* ; aussi feriez-vous un crime de Leze-Logique, si, après avoir accordé les deux *prémisses*, vous vous avisiez de ne pas accorder la conséquence ; ce seroit bien là vous contredire, en accordant, & en ne pas accordant la même chose. Vous voyez enfin que ce Syllogisme

a droit d'être appellé *affirmatif*, puisque vous assurez dans la Conséquence que la Logique est digne de toute votre estime. Mais ce que vous ne voyez pas peut-être d'abord, ou pour mieux dire, ce à quoi vous ne prenez peut-être pas garde, c'est que les trois Propositions de ce Syllogisme ne contiennent que trois *termes* dont chacun est répété deux fois ; ce sont les trois mots *Science*, *estimable* & *Logique*. Le premier, ou le *terme moyen*, se trouve dans la *Majeure* & dans la *Mineure*. Le second fait partie de la *Majeure*, & il devient ensuite l'*attribut* de la *conséquence* ; on l'appelle le *grand terme*, ou le *grand extrême*. Le troisième est toujours dans la *Mineure*, & on le retrouve ensuite *sujet* de la *Conséquence* ; il porte le nom de *petit terme*, ou de *petit extrême*. Voilà un jargon qu'il ne vous sera pas inutile de sçavoir. Chaque science, chaque art a son langage ; pourquoi feroit-on un procès à la Logique d'avoir le sien ? Mais ce que je vous prie de graver bien avant dans votre

esprit, c'est ma manière de procéder dans le Syllogisme dont je viens de vous faire la dissection. J'ai d'abord examiné si l'épithéte *estimable* convenoit à *toute science*; & comme je me suis apperçu que ces deux termes s'accordoient à merveille, j'ai assuré dans ma première proposition que *toute science est estimable.* J'ai ensuite comparé la *Logique* avec la *Science*, c'est-à-dire, j'ai examiné si la *Logique* avoit toutes les qualités nécessaires, pour être regardée comme une véritable *Science*; il m'a paru qu'elle les avoit; aussi ai-je assuré dans ma seconde Proposition que la *Logique est une Science.* Que me restoit-il encore à affirmer? que la *Logique est estimable*, vous voyez que je n'ai pas manqué de le faire dans la troisième Propcsition; je sçais que deux termes qui conviennent à un troisième, doivent très bien s'allier ensemble. Tout l'art du Syllogisme affirmatif porte donc sur ce Principe incontestable, *deux choses égales à une troisiéme, sont égales entr'elles*; & toute la

finesse de cet art consiste à examiner dans les deux *Prémisses* si le *grand* & le *petit termes* s'accordent avec le *terme moyen*, pour pouvoir assurer ensuite dans la *Conséquence* qu'ils s'accordent réellement entre eux.

Il y a encore un Principe aussi évident que celui que je viens de vous apporter. Il est énoncé en ces termes : *si de deux choses, la première est égale à une troisième, à laquelle la seconde ne soit pas égale ; la première & la seconde ne seront pas égales entr'elles.* Voilà sur quel Principe est fondé tout l'art du *Syllogisme négatif*, c'est-à-dire, du *Syllogisme* dont la *Conséquence* est *négative.* Apportons-en un exemple, & faisons ensuite nos réflexions.

Tout bon Sujet est fidèle à son Prince.
Mais le rébelle n'est pas fidèle à son Prince.
Donc le rébelle n'est pas un bon Sujet.

Fidèle à son Prince. Bon Sujet. Rébelle ; ce sont-là les trois termes de ce Syllogisme. Le premier est le *terme moyen ;* le

ſecond, le *grand terme* ; & le troiſième, le *petit terme.* Vous voyez, mon cher Chevalier, que j'ai affirmé dans la *Majeure* que tout bon Sujet eſt fidéle à ſon Prince, parce que j'ai trouvé que le *grand terme* s'accordoit très-bien avec le *terme moyen.*

Par une raiſon contraire j'ai nié dans la *Mineure* que le Rébelle fut fidéle à ſon Prince, parce que j'ai vû que le *petit terme* ne pouvoit pas s'allier avec le *terme moyen.*

Pouvois-je m'empêcher de nier dans la conſéquence que le Rébelle fut un bon Sujet ? Je voudrois donc réduire toutes les régles de la troiſième Partie de la Logique à celle-ci.

Tout Sillogiſme ne peut avoir, ni plus, ni moins de trois termes.

Vous m'objecterez peut-être que vous connoiſſez des raiſonnemens très concluants qui n'en ont que deux ; & vous ne manquerez pas de me citer celui-ci.

La vertu eſt eſtimable.
Donc elle mérite d'être honorée.

Mais je vous ferai remarquer à mon tour que tout homme qui raiſonne de la ſorte, a déja fait intérieurement cette Propoſition ; *tout ce qui eſt eſtimable mérite d'être honoré.* Ce raiſonnement que les Logiciens appellent *Enthiméme*, eſt donc dans le fond un véritable Syllogiſme.

Quelque longue que ſoit cette Lettre ; il y a encore deux eſpèces de *Raiſonnemens* dont je veux vous faire l'Analiſe ; il eſt très facile de les réduire au Syllogiſme ordinaire. L'un s'appelle *conditionel*, & l'autre *disjonctif.* En voici des exemples.

Si un Courtiſan eſt flatteur, il eſt à plaindre.
Mais un Courtiſan eſt flatteur.
Donc un Courtiſan eſt à plaindre.

Tout homme eſt ou pour Dieu, ou contre Dieu.
Mais l'impie n'eſt pas pour Dieu,
Donc l'impie eſt contre Dieu,

Les deux Syllogiſmes ſuivans préſentent les deux mêmes raiſonnemens, preſque mot par mot.

Tout flatteur eſt à plaindre.
Mais un Courtiſan eſt flatteur.
Donc un Courtiſan eſt à plaindre.

Quiconque n'eſt pas pour Dieu, eſt évidemment contre Dieu.
Mais l'impie eſt un homme qui n'eſt pas pour Dieu.
Donc l'impie eſt un homme qui eſt évidemment contre Dieu.

Tous ces raiſonnemens ne contiennent que trois termes ; auſſi ſont-il les délices de la Logique. Concluez de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre, mon cher Chevalier, que la véritable Logique n'eſt pas la Logique de l'École : que la véritable Logique eſt une ſçience dont tout homme qui penſe, doit faire beaucoup de cas: que la véritable Logique nous aide à bien *concevoir*, à bien *juger*, & à bien *raiſonner* ; & que par conſéquent les trois opé-

rations de l'Ame sont son *objet matériel*, & la rectitude de ces opérations son *objet formel.* Voilà le plan de Logique que je compte remplir, si je me rends jamais à l'invitation qu'on me fait de donner au Public un cours complet de Philosophie. Je suis &c.

RÉPONSE

A la Lettre précédente.

JE serois bien surpris, Monsieur, si vous aviez pour Panégyristes les Philosophes de l'École; vous ne leur faites guères votre cour. Que peut-on dire de plus cruel aux gens, que de leur démontrer comme 2 & 2 font 4, qu'ils ont rendu ridicule, inutile, & souvent même préjudiciable une science très estimable, toujours utile, quelquefois nécessaire. Il y a cent ans que vous n'en auriez pas agi ainsi impunément. Les Pédants dont vous parlez avec si peu de respect, n'auroient pas enduré patiemment

un affront auſſi ſanglant. Réunis en conciliabule , ils auroient fait tant de Sophiſmes contre votre manière de Philoſopher, qu'ils auroient enfin mis dans la tête de quelques bonnes gens que votre ouvrage offenſe les oreilles véritablement ſcolaſtiques, attente à l'Autorité de l'École, détruit les bonnes études, contient un tas de médiſances contre la ſaine Philoſophie; peut-être même auroient-ils trouvé dans vos phraſes des impiétés, des blaſphémes, des héréſies. Rien n'auroit été plus facile. Qu'auroit-il fallu pour cela ? Changer un mot ou le ſupprimer; mettre un point pour une virgule &c ; & Dieu ſçait comment alors ils vous auroient mené. Mais dans un ſiécle auſſi éclairé que celui-ci, je vous garantis que vous n'avez rien à craindre; & ſi les Pédants s'aviſoient de remuer, je vous promets qu'ils n'auroient pas les rieurs pour eux. Je me joins à ceux qui vous invitent à donner au Public un cours complet de Philoſophie; votre Plan de Logique, rempli ſelon vos idées, fera fortune,

je vous l'aſſure, & civiliſera nos Écoles. Cet Ouvrage ne doit preſque rien vous couter. Il y a un tems infini que vous enſeignez la Philoſophie dans le goût de votre dernière lettre ; & je ſuis bien sûr que tous les changemens qu'il vous a plu de faire dans cette Partie des hautes ſciences, ont été non-ſeulement tolérés, mais encore approuvés avec les plus grands éloges. Il y a cependant une choſe que je ne vous pardonne pas ; c'eſt de n'avoir pas fait entrer Newton pour quelque choſe dans votre Logique. Il a très-bien parlé de la *Méthode* à la fin de ſa 31e. Queſtion d'Optique ; & vous ſçavez que, quoiqu'elle ne forme pas une quatrième opération de l'Ame, elle a cependant un rapport très immédiat avec la Logique *proprement dite* ; dans le fond la *Méthode* n'eſt qu'une ſuite de *Jugemens* & de *Raiſonnemens* tellement arrangés, que chaque choſe ſe trouve à ſa place.

Newton diſtingue donc deux eſpèces de *Méthodes* applicables à toutes ſortes de ſcien-

ces, l'une *analytique* & l'autre *ſinthétique*. Aller à la cauſe par une énumération ſuivie d'une foule d'effets, & d'un grand nombre de phénoménes artiſtement arrangés, & placés avec un certain ordre & une certaine dépendance les uns après les autres : voilà ce qu'il appelle *Méthode analytique*. Lorſqu'on emploie le *Méthode ſinthétique*, on eſt sûr que la cauſe exiſte ; & l'on s'en ſert pour expliquer par ordre les effets qu'elle eſt capable de produire. Je ſuis convaincu que vous adopterez ces idées, & que vous ſerez charmé que Newton ait quelque part à votre Logique. Il y a dans la Logique intitulée, *l'art de penſer*, un exemple qui nous aidera à ne pas confondre la *Méthode analytique* avec la *Méthode ſinthétique*. Ces deux Méthodes, *dit l'Auteur de cette Logique*, ne différent que comme les deux manières dont on peut ſe ſervir pour prouver qu'une perſonne eſt deſcendue de St. Loüis ; dont l'une eſt de montrer que cette perſonne a un tel père, qui étoit fils d'un tel, & celui-

celui-là d'un autre, & ainsi jusqu'à St. Loüis: & l'autre de commencer par St. Loüis, & montrer qu'il a eu tels enfans, & ces enfans d'autres, en descendant jusqu'à la personne dont il s'agit. C'est-là la pensée de Newton rendue sensible par un exemple très familier. Venons-en maintenant à la Physique générale; je suis sûr que vos deux Héros y joueront un plus beau rolle, que dans votre Logique. J'en attens le Plan avec impatience, & je suis &c.





LIVRE SECOND.

DE LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

LETTRE PREMIÈRE.

Énumération des Queſtions inutiles, ou inſolubles qu'il ne convient pas de diſcuter en Phyſique. Idée de la Phyſique générale. Queſtions qu'il faut y traiter.

JE crois devoir commencer cette Lettre, mon cher Chevalier, à peu près comme la précédente. Je ferai d'abord main baſſe ſur une foule de queſtions inutiles, ou inſolubles, dont la diſcuſſion exacte rendroit la Phyſique générale preſque auſſi ennuyeuſe, & preſque auſſi ridicule que la Logique de l'École. Ce ſont les ſuivantes.

Quelle eſt l'Eſſence métaphyſique de la matière, ou du corps ? Répondre ſagement à cette queſtion, c'eſt répondre que l'on n'en ſçait rien, & ajouter qu'il eſt indécent

qu'un Phyſicien s'occupe de choſes tout-à-fait étrangéres à ſon métier. Le corps n'eſt l'objet de la Phyſique, que dans le tems qu'il conſerve ſon *extenſion actuelle en longueur, largeur, & épaiſſeur.* Peut-il la perdre ſans ceſſer d'exiſter ? Je n'en ſçais rien. Quelque corps l'a-t-il jamais perdue, pour ne conſerver que l'*éxigence de l'extenſion actuelle ?* Je l'ignore. Mais ce que je ſçais bien sûrement, c'eſt que tout corps, qui ne ſeroit pas actuellement long, large & épais, ne ſeroit pas plus que l'Ame ſpirituelle, l'objet de la Phyſique. Ce que je ſçais encore, c'eſt que tout corps eſt *inerte* & *paſſif*, c'eſt-à-dire, que tout corps réſiſte à tout changement d'état, & qu'il lui eſt auſſi impoſſible de s'en procurer un nouveau, qu'il lui a été impoſſible de ſe donner celui, où il ſe trouve actuellement. L'inertie dont nous parlons ici, eſt fondée ſur l'indifférence paſſive qu'a tout corps, comme corps, au repos, ou au mouvement, à telle, ou telle direction, telle ou telle figure. Ce que

je ſçais enfin, c'eſt que cette réſiſtance au changement d'état eſt toujours en raiſon directe de la maſſe qu'on oblige à changer. J'ai quatre fois plus de peine à remuer un corps de 4 livres, qu'un corps d'une livre de maſſe ; donc l'inertie eſt comme la maſſe. Ce ſont les propres penſées de Deſcartes & de Newton, (1)

La matière eſt-elle diviſible à l'infini, ou. bien eſt-elle compoſée de parties indiviſibles que le Créateur même ne puiſſe pas partager en deux ? Cete queſtion eſt encore plus inſoluble que la première ; & Deſcartes n'a jamais mieux parlé, que lorſqu'il nous a exhorté à ne nous embarraſſer jamais dans les diſputes de l'infini (2). Nous ſçavons que, pour les beſoins de l'Univers, la matière a toujours été diviſible, & qu'elle eſt actuellement diviſée en des parties encore plus petites, que tout ce que nous pouvons nous imaginer de plus délié ; les

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 225. Tom. II. pag. 253.

(2) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 216.

ſaveurs, les odeurs, & ſur-tout la lumière nous le prouvent de la manière la plus ſenſible ; les autres connoiſſances ultérieures ſur ce point de Phyſique nous ſont inutiles ; nous fut-il même poſſible de les acquerir.

Qu'eſt-ce que l'eſpace & le mouvement ? Je vous ai déja fait remarquer dans la vie littéraire de Deſcartes (1), que, rien ne préſentant à mon eſprit une idée plus claire de l'*eſpace*, & du *mouvement*, que ces deux mots eux-mêmes, il ſeroit bien difficile d'en appporter des définitions qui fuſſent plus claires, que les objets définis. Si cependant vous me preſſiez tant, je vous dirois que le *mouvement local* n'eſt que le changement de lieu, & que l'*eſpace* n'eſt pas diſtingué de l'immenſité divine. Mes yeux me diſent que tout corps qui ſe meut, change de place ; & la Raiſon ne me montre que l'immenſité de Dieu dans l'eſpace où ce Monde a été créé. C'étoit-là la penſée de Newton ; il aſſure en termes exprès, à la fin de ſa 28ᵉ. queſtion d'Opti-

(1) Pag. 228 & ſuivantes.

que, que l'espace est infini, & qu'on peut l'appeller *Sensorium Dei.* Voici ses propres paroles. *Annon ex phænomenis constat, esse Entem incorporeum, viventem, intelligentem, omnipræsentem, qui in spatio infinito, tanquam sensorio suo, res ipsas intimè cernat, penitùsque perspiciat, totasque intrà se præsens præsentes complectatur.* Je le demande à tout homme qui entend le latin : n'est-ce pas là affirmer de la manière du monde la plus claire, que l'espace n'est pas distingué de l'immensité divine.

Les Causes secondes sont-elles Causes physiques, ou causes purement occasionnelles du mouvement des corps; mon Ame, par-exemple, produit-elle physiquement le mouvement de mon bras, ou bien, ne produit-elle qu'une acte de sa volonté qui engage la Cause première à produire ce mouvement? Voilà ce que j'appelle une question parfaitement inutile. Que mon Ame soit Cause physique, ou Cause purement occasionnelle des mouvemens de mon corps; je parlerai très correctement, lorsque j'al-

furerai que je mets mon bras en mouvement.

Quelles questions faudra-t-il donc traiter en Physique générale, dont l'objet est le corps considéré comme une substance longue, large, profonde, capable de repos, de mouvement, de figure &c? Je vais, mon cher Chevalier, vous en faire l'énumération; j'aurai soin de les discuter dans les lettres suivantes.

1°. Quelles sont les régles du mouvement qu'un Physicien doit avoir presque continuellement présentes à l'esprit?

2°. Ce qu'on appelle *espace* est-il plein, ou vuide?

3°. Si l'*espace* n'est pas vuide, quels fluides contient-il, outre l'air que nous respirons; quelle est, par-exemple, la nature de la lumière & du feu?

4°. Quelles sont les causes des qualités générales des corps, parmi lesquelles l'Électricité, la fluidité, le ressort, la dureté & la pesanteur doivent occuper le premier rang? Je ne vois pas qu'il y ait plus rien d'essentiel à examiner dans la Physique gé-

nérale. En tout cas si j'oublie quelque chose d'important, je vous charge d'y suppléer. Faites pour la Physique, ce que vous venez de faire pour la Logique; entretenez-moi des points que j'aurai omis avec autant de solidité que vous venez de le faire sur la *Méthode*, dont en effet j'aurois dû dire deux mots dans ma Logique; & je vous assure que le lecteur souhaitera que je fasse souvent pareilles omissions. Vous recevrez au premier jour une de mes lettres dans laquelle je ferai l'énumération des régles du mouvement qui doivent faire la base de ma Physique Newto-Cartéssienne. En attendant je suis &c.



LETTRE SECONDE.

Régles générales du mouvement trouvées par Descartes. Régles générales du mouvement trouvées par Newton. Réflexions sur les unes & les autres. Régles qui s'observent dans le choc des corps non élastiques & élastiques.

IL me paroit, mon cher Chevalier, que l'on a besoin en Physique des régles du mouvement dont je vais vous faire l'énumération. Nous les tenons presque toutes de Descartes, ou de Newton.

Tout corps persévère, autant qu'il est en lui, dans l'état où il se trouve; & s'il vient à en changer, c'est toujours à une cause extrinséque qu'il faut attribuer ce changement.

Tout corps en mouvement tend à décrire une ligne droite. Ces deux loix adoptées par Newton, nous les devons à Descartes. Vous me les avez expliquées à merveilles dans sa vie littéraire, *pag. 224 & suivantes.*

Il y a actuellement, il y a toujours eu, & il y aura toujours dans les corps céleſtes la même quantité de mouvement, c'eſt-à-dire, que les corps céleſtes ſe meuvent actuellement, ſe ſont toujours mus, & ſe mouvront toujours, comme ils l'ont fait dès le commencement du monde. Cette régle ainſi préſentée eſt très-vraie. Elle n'eſt fauſſe dans le livre des Principes, que parce que Deſcartes a mis *dans le Monde*, au lieu de mettre *dans les corps céleſtes* (1).

Les changemens qui arrivent dans le mouvement, ſont proportionels à la Force motrice qui les occaſionne, & ils ſe font dans la ligne droite ſelon laquelle cette force a été imprimée. Cette régle eſt de Newton; vous me l'avez expliquée dans ſa vie littéraire, pag. 261. La ſuivante eſt du même Phyſicien. Elle avoit grand beſoin du changement que vous y avez fait; & je ne l'adopte qu'en y ajoutant d'après vous le mot *détruite* (2).

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 214. & ſuiv.
(2) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 261.

La réaction est toujours égale & contraire à l'action détruite.

Un corps poussé en même-tems horizontalement & perpendiculairement, parcourra une ligne oblique, qui seroit la Diagonale d'un Parallélogramme qui auroit pour hauteur la ligne, suivant laquelle le corps a été poussé perpendiculairement, & pour largeur, ou pour base la ligne, suivant laquelle ce même corps a été poussé horizontalement. Newton, en nous donnant cette régle, nous a donné le moyen de former très-facilement tous sortes de courbes ; elles ne sont toutes qu'un assemblage de Diagonales infiniment petites, très-peu inclinées les unes aux autres.

L'attraction active se fait en raison directe des Masses, & l'attraction passive se fait en raison inverse des quarrés des distances. Ces deux loix ont été expliquées fort au long dans toute la vie littéraire de Newton, mais surtout à la fin de l'*introduction*, & dans tout le livre second. Ce qui m'engage à les regarder comme des loix géné-

rales de la nature, c'eſt que je ne vois pas que l'on puiſſe aſſigner aucune cauſe méchanique de la gravitation mutuelle des corps. Or la raiſon m'apprenant que tout effet a une cauſe; & la Phyſique ne me fourniſſant aucune cauſe ſeconde de cette gravitation, comme il eſt prouvé dans les deux volumes précédents; puis-je m'empêcher d'avoir recours à la Cauſe Première? Avouez, mon cher Chevalier, que vous n'aurez point de peine à donner à cet amas de régles le nom de *Méchanique Newto-Cartéſienne*; je les tiens toutes de Deſcartes, ou de Newton. J'aurois bien voulu puiſer dans les ouvrages de ces deux Phyſiciens celles qui s'obſervent dans le choc des corps élaſtiques & non élaſtiques. Mais l'un n'en a donné que de fauſſes, & l'autre les a propoſées de la maniére du monde la plus obſcure (*). J'ai mieux aimé les préſenter à ma maniére, en ſuivant pour guides Privat de Molières, Deidier, Nollet &c. Pour que le lecteur les retienne plus

(*) Tom. I. de cet Ouvrage, p. 69. Tom. II. p. 263.

plus facilement, je les présenterai sous des formules algébriques. Dans ces formules les V, *u* marqueront les vitesses; les M, *m* les masses; les E, *e* les espaces; les T, *t* les tems, &c. Pour l'ordinaire la lettre majuscule marquera quelque chose de plus fort, que la petite lettre.

La vitesse est toujours égale à l'espace parcouru, divisé par le tems employé à le parcourir. Ainsi $V = \frac{E}{T}$, & $u = \frac{e}{t}$.

La quantité de mouvement, ou la force d'un corps est toujours représentée par le produit de sa masse & de sa vitesse, c'est-à-dire, par MV, ou *mu*, ou M*u*, ou *m*V (*).

Il suit évidemment de cette régle que la vitesse est égale à la force divisée par la masse. En effet la Force $F = MV$, donc $V = \frac{F}{M}$; donc $V = \frac{MV}{M}$.

Si deux corps non élastiques qui se meuvent de même sens, viennent à se heurter, ils continueront après le choc, de se mouvoir ensem-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, p. 153.

ble, & dans leur première direction, avec la somme des forces qu'ils avoient avant le choc. Car enfin pourquoi la ſomme des forces ne ſeroit-elle pas la même avant & après le choc, lorſque les corps ſe meuvent de même ſens? Ne ſuppoſe-t-on pas que les mouvemens s'exécutent ou dans le vuide, ou dans un milieu non réſiſtant? N'eſt-il pas évident, que ſi, dans les chocs conſpirants, quelque choſe ſe perdoit, le choc ſeroit conſpirant & non conſpirant; conſpirant par ſuppoſition, non conſpirant, parce que la perte de mouvement annonce toujours une véritable oppoſition; donc la régle dont il s'agit, eſt évidemment recevable. Suppoſons à préſent le corps *m* dirigé vers l'Orient avec la viteſſe *u*, & le corps M dirigé vers le même point avec la viteſſe V; la ſomme des forces avant le choc étoit $MV + mu$, elle ſera donc après le choc $MV + mu$; & comme ces deux corps continueront après le choc de ſe mouvoir vers l'Orient auſſi vîte l'un que l'autre, & que la viteſſe eſt

toujours égale à la force divisée par la masse, la vitesse commune de ce *Tout* après le choc sera $\frac{MV + mu}{M + m}$. Si le corps m eut été en repos, avant que le corps M le frappât, la somme des forces avant le choc auroit été M V ; elle auroit donc encore été M V après le choc ; & l'on auroit eu pour la vitesse commune du *Tout* après le choc la fraction $\frac{MV}{M + m}$. Exprimons cette formule en chiffres, pour la rendre plus claire. $M = 6 . V = 10 . m = 4$; donc $\frac{MV}{M + m} = \frac{6 \times 10}{6 + 4} = \frac{60}{10} = 6$; donc si un corps de 6 livres va frapper avec 10 degrés de vitesse un corps de 4 livres qu'il trouve en repos ; ces deux corps iront ensemble après le choc dans la direction du corps choquant avec 6 degrés de vitesse commune. Si le corps m n'eût pas été en repos avant le choc, mais qu'il eût été dirigé vers l'Orient avec 5 degrés de vitesse, & que le corps M, dirigé aussi vers l'Orient, l'eût

frappé avec 10 degrés de viteſſe, le *Tout* après le choc auroit eu pour viteſſe commune $\frac{MV + mu}{M + m} = \frac{60 + 20}{10} = \frac{80}{10} =$ 8 ; donc ſi un corps de 6 livres dirigé vers l'Orient avec 10 degrés de viteſſe, frappe un corps de 4 livres dirigé auſſi vers l'Orient avec 5 degrés de viteſſe, après le choc le *Tout* ira vers l'Orient avec 8 degrés de viteſſe commune.

Si deux corps non élaſtiques qui ſe meuvent en ſens directement contraire, viennent à ſe heurter, ils iront enſemble après le choc dans la direction du corps le plus fort, avec l'excès, ou la différence des forces qu'ils avoient avant le choc. Le corps M, *par exemple*, dirigé vers l'Orient va frapper avec 30 degrés de force le corps *m* dirigé vers l'Occident avec 10 degrés de force, le premier emportera le ſecond vers l'Orient, & le *Tout* ſe mouvra avec 20 degrés de force. Me demandez-vous maintenant, mon cher Chevalier, quelle ſera la viteſſe commune de ce *Tout*? Elle ſera exprimée

par la franction $\frac{MV - mu}{M + m}$. Donnons au corps M dirigé vers l'Orient, 3 livres de masse & 10 degrés de vitesse; sa force MV sera de 30 degrés. Donnons au corps *m* dirigé vers l'Occident 2 livres de masse & 5 degrés de vitesse; sa force *mu* sera de 10 degrés; & l'on aura la fraction

$$\frac{MV - mu}{M + m} = \frac{30 - 10}{3 + 2} = \frac{20}{5} = 4;$$

donc aprés le choc le corps M & le corps *m* se mouvront vers l'Orient avec 4 degrés de vitesse commune. Me demandez-vous encore, pourquoi dans les chocs opposés la somme des forces après le choc est exprimée par la formule MV—*mu*? Toute ma réponse consistera à vous faire remarquer que par le choc, non-seulement le corps *m* perd ses 10 degrés de force, mais qu'il en fait encore perdre 10 degrés au corps M, parce que deux forces égales & directement opposées se détruisent; donc après le choc le corps M & le corps *m* ne doivent se mouvoir vers l'Orient qu'avec

20 degrés de force ; donc leur force après le choc fera exprimée par la formule $MV - mu$; donc leur viteffe commune après le choc fera $\frac{MV - mu}{M + m}$. Je vous ai déja fait remarquer que la viteffe étoit toujours égale à la force divifée par la maffe du *Tout* qui fe meut. N'oubliez pas ces deux dernières régles ; elles vous ferviront dans le choc des corps élaftiques. Lorfqu'il s'agit de ces fortes de corps, il faut diftinguer deux efpèces de mouvement, l'un *direct* par lequel les corps élaftiques perdent par le choc leur première figure, l'autre *réfléchi* par lequel les corps élaftiques reprennent après le choc la figure qu'ils avoient perdue,

Si deux corps élaftiques viennent à fe heurter, le mouvement direct fe communique, comme fi les corps n'étoient pas élaftiques, foit qu'ils fe meuvent de même fens, foit qu'ils fe meuvent en fens contraire. Cette Régle n'a pas befoin d'explication. La caufe du reffort, quelle qu'elle foit, n'agit que

lorſque le corps réprend, ou tend à reprendre ſa première figure. Combien de corps dénués de toute eſpèce de reſſort, ſont ſujets à perdre leur figure, lorſqu'on les ſoumet à la moindre compreſſion! Donc dans le choc des corps élaſtiques, le mouvement direct ſe communique, comme ſi les corps étoient dénués de reſſort.

Lorſqu'après le choc, deux corps élaſtiques reprennent leur première figure, le corps choquant acquiert autant de viteſſe pour revenir ſur ſes pas, qu'il en avoit perdu par le choc, & le corps choqué acquiert autant de viteſſe pour aller en avant, qu'il en avoit d'abord gagné par le choc. Exemples. Le corps M de deux livres va frapper avec 6 degrés de viteſſe le corps *m* d'une livre en repos. Qu'arrivera-t-il dans la ſuppoſition que ces deux corps ſont doués d'un parfait reſſort, & que le premier eſt dirigé vers l'Orient? Tous les deux après le choc continueront à ſe mouvoir vers l'Orient, le corps choquant M avec 2, & le corps choqué *m* avec 8 degrés de viteſſe.

En effet si ces deux corps n'eussent pas été élastiques, après le choc ils seroient allés vers l'Orient avec une vitesse commune, représentée par la fraction $\frac{MV}{M + m} = \frac{12}{3} = 4$. Mais ils sont élastiques; donc le corps choquant M qui a perdu par le choc 2 degrés de vitesse, & qui en a conservé 4 pour aller vers l'Orient, en recevra 2 pour retourner vers l'Occident, lorsqu'il reprendra sa première figure; donc il continuera sa route vers l'Orient avec 2 degrés de vitesse seulement. Pour le corps choqué *m*, il gagnera, en reprenant sa figure, autant de vitesse pour continuer à aller vers l'Orient, qu'il en avoit déja gagné en la perdant; donc le corps choqué *m* ira vers l'Orient, après le choc, avec 8 degrés de vitesse.

Si le corps choqué *m* eut déja été en mouvement vers l'Orient avec trois degrés de vitesse; après le choc il auroit continué à se mouvoir vers l'Orient avec 7 degrés de vitesse, & le corps choquant M se

ſeroit mû dans la même direction avec 4 degrés. En voici la preuve. Si ces deux corps n'euſſent pas été élaſtiques, après le choc ils auroient continué à ſe mouvoir vers l'Orient avec la viteſſe $\frac{MV + mu}{M + m} = \frac{15}{3} = 5$ donc le corps *m* n'auroit gagné par le choc que 2 degrés, & le corps M n'auroit perdu qu'un degré de viteſſe ; donc, en reprenant leur première figure, le corps choqué *m* n'auroit dû gagner que 2 degrés pour continuer ſa route vers l'Orient, & le corps choquant M n'en auroit dû gagner qu'un pour revenir vers l'Occident ; donc après le choc le corps choquant M ſeroit allé vers l'Orient avec 4, & le corps *m* avec 7 degrés viteſſe.

Si le corps choqué *m* ſe fût mû vers l'Occident avec 3 degrés, tandiſque le corps choquant M ſe mouvoit vers l'Orient avec 6 degrés de viteſſe ; après le choc le corps choquant M auroit été réduit au repos, & le corps choqué *m* ſeroit revenu vers l'Orient avec 9 degrés de viteſſe. Le compte en ſera

bientôt fait. Si ces deux corps n'eussent pas été élastiques, après le choc ils seroient allé vers l'Orient avec la vitesse $\frac{MV - mu}{M + m} = \frac{9}{3} = 3$; donc le corps choquant M qui auroit perdu par le choc 3 degrés de vitesse, & qui en auroit conservé 3 pour aller vers l'Orient, devroit, en reprenant sa figure, en reprendre 3 pour revenir vers l'Occident; il devroit donc rester immobile, puisque deux vitesses égales le pousseroient, l'une vers l'Orient, & l'autre vers l'Occident. Pour le corps *m*, il faut le considérer comme corps choqué, & comme corps choquant, car il a réellement ces deux qualités. Comme corps choqué, il a gagné pour aller vers l'Orient 6 degrés de vitesse, 3 en perdant sa figure, & 3 en la reprenant. Comme corps choquant, il a perdu par le choc les 3 degrés de vitesse qu'il avoit pour aller à l'Occident; donc, en reprenant sa figure, il doit les reprendre pour revenir vers l'Orient; donc il se por-

tera vers l'Orient avec 9 degrés de viteſſe. Vous ſerez bientôt au fait de cette manière de compter ; ſi vous voulez appliquer vos régles des corps élaſtiques & non élaſtiques à une centaine d'exemples ; *fabricando fabri ſimus.*

Ici, mon cher Chevalier, vous ne manquerez pas de me faire les queſtions ſuivantes. Pourquoi le corps choquant reçoit-il, en reprenant ſa figure, autant de *viteſſe réfléchie*, qu'il en avoit perdu de *directe* par le choc ; & pourquoi reçoit-il cette viteſſe pour revenir ſur ſes pas ? Pourquoi au contraire la viteſſe que reçoit le corps choqué, en reprenant ſa figure, le fait-elle avancer : & pourquoi cette *viteſſe réfléchie* eſt-elle préciſément égale à la *viteſſe directe* qu'il avoit gagnée par le choc ? Une ſeule réponſe ſatisfait à toutes ces queſtions ; elle eſt fondée ſur ce Principe, *la Réaction eſt toujours égale & contraire à l'action* ; s'il a jamais lieu, c'eſt dans cette occaſion.

Dans le choc des corps élaſtiques, le corps choquant comprime le corps choqué, & celui-

ci à ſon tour comprime celui-là ; donc, en ſe détendant, le corps choquant doit continuer à pouſſer en avant le corps choqué, & celui-ci doit pouſſer en arrière le corps choquant. Vous voyez déja pourquoi le corps choquant reçoit de la viteſſe pour revenir, & le corps choqué pour avancer. Si le premier en reçoit autant pour revenir, qu'il en avoit perdu pat le choc, c'eſt que le corps choqué ſe détend avec toute la *viteſſe directe* qui lui avoit été communiquée; & ſi le ſecond gagne autant de *viteſſe réfléchie*, qu'il en avoit gagné de *directe*; c'eſt que le corps choquant ſe détend comme il s'étoit comprimé, c'eſt-à-dire, il fait d'autant plus, ou d'autant moins d'effort pour ſe détendre, qu'il s'étoit plus ou moins comprimé. Mais en ſe comprimant, il avoit communiqué au corps choqué un certain nombre de degrés de *viteſſe directe*; donc, en ſe détendant, il doit lui en communiquer un pareil nombre de *viteſſe réfléchie*. Voilà, mon cher Chevalier, ce que j'avois à vous dire ſur les régles du mouvement

mouvement que je regarde comme la base de mon syſtéme Newto-Cartéſien ; je ſuis fâché de n'avoir pas pû être plus court. Je ſuis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Examen du parti qu'il faut prendre entre le vuide & le Plein. Preuve du Plein ſenſible dans les Eſpaces céleſtes, tirees du Satellite de Vénus. Comparaiſon entre la Maſſe de Vénus & celle de la Terre.

LE Vuide eſt-il métaphyſiquement impoſſible dans les eſpaces céleſtes, ou ailleurs ? Le Plein parfait exiſte-t-il dans le Ciel ? Y auroit-il dans ces eſpaces immenſes un Vuide abſolu ou du moins ſenſible ? Voilà, mon cher Chevalier, des Queſtions que les Philoſophes anciens & modernes ont traitées avec beaucoup de ſoin. Deſcartes, en regardant le Vuide comme métaphyſiquement impoſſible, & le Plein parfait comme exiſtant dans les eſpaces céleſ-

tes, a avancé deux Propositions insoutenables. Je vous ai démontré dans sa vie littéraire (1) que la première étoit téméraire, & la seconde fausse. Épicure & Gassendi, défenseurs du Vuide parfait, se sont aussi évidemment trompés que s'ils eussent soutenu le Plein absolu. Newton (2) a cru ne pas s'écarter de la vérité en admettant un Vuide sensible dans le Ciel. Il me paroit qu'aucun de ces Grands-hommes n'a encore présenté le véritable systéme de la Nature. Je soupçonne qu'il existe dans le Ciel un Plein sensible; & si je viens à le prouver, je pourrai me flatter de suivre un parti mitoyen entre le sentiment de Descartes qui veut un Plein parfait, & le sentiment de Newton qui paroit un peu trop porté pour le Vuide. Mes preuves ne sont pas méprisables. Présentons-les en *forme probante.*

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 231, 246 & 272.

(2) Tome II. pag. 93 & suivante.

Ce qui exifte dans les efpaces qui fe trouvent entre la Terre & le Soleil, doit exifter dans le tout refte du Ciel. Mais il exifte un Plein fenfible dans les efpaces qui fe trouvent entre la Terre & le Soleil ; vous en ferez convaincu, lorfque vous aurez vû le fçavant Mémoire que M. de Mairan lut à l'Académie Royale des Sciences de Paris, le 8 Mai 1762, fur la *caufe des courtes apparitions & des longues difparitions du Satellite de Vénus.* Je le tiens des mains même de l'Auteur ; c'eft une raifon pour moi de le conferver précieufement ; je ferois inconfolable, s'il venoit à s'égarer. En voici l'abrégé : je voudrois que le tems me permit de vous le tranfcrire mot par mot.

M. de Mairan dit d'abord que, quoique, le 6[e] Juin de l'année 1761, jour à jamais fameux dans les faftes de l'Aftronomie par le paffage de Vénus fous le difque du Soleil, il n'ait pas vu le Satellite de cette Planéte, il n'en eft pas moins porté à croire que ce Satellite exifte, tant par les anciennes obfervations que nous avons

ſur ce ſujet, qu'en vertu d'une cauſe très-capable de produire ſes longues diſparitions.

Les obſervations qu'il rapporte ſont celles de François Fontana Mathématicien de Naples, de Dominique Caſſini, & de Short de la Société Royale de Londres.

Fontana dans ſon oùvrage intitulé, *novæ cæleſtium, terreſtriumque rerum obſervationes*, aſſure avoir vû 4 fois le Satellite de Vénus depuis le commencement de l'année 1645, juſqu'au commencement de l'année 1646.

Dominique Caſſini nous apprend dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *Tom VIII. pag. 181*, que le 28 Août, à 4 heures, 15 minutes du matin, en regardant Vénus par la lunette de 34 pieds, il vit à trois cinquièmes de ſon diamétre, vers l'Orient, une lumière informe qu'il ſoupçonna être un Satellite de cette Planéte. Il avoit fait une ſemblable obſervation le 25 Janvier 1672, depuis 6 heures 52 minutes du matin, juſqu'à 7 heures 2 minutes.

Mais l'obſervation la plus frappante, l'obſervation ſur laquelle M. de Mairan fait le plus de fond, c'eſt celle que fit Short le 3 Novembre 1740, depuis quelques minutes après 7 heures du matin, juſqu'à huit heures & un quart. Il vit le Satellite en queſtion d'abord avec un Téleſcope de 16 à 17 pouces anglois de foyer; enſuite avec un Téleſcope de même foyer qui étoit garni d'un micrométre qui augmentoit 50 à 60 fois le diamétre de l'objet; enfin avec 2 inſtrumens pareils dont l'un groſſiſſoit 140, & l'autre 240 fois. Ces différentes obſervations nous portent à croire que M. Montagne de la Société Royale de Limoge, n'a rien dit que de très-probable, lorſqu'il a aſſuré avoir vû le Satellite de Vénus le 3, le 4 & le 7 de Mai de l'année 1761. On aſſure même aſſez poſitivement que ce nouvel Aſtre a environ le $\frac{1}{4}$ du diamétre de Vénus; qu'il en eſt éloigné à peu près autant que la Lune l'eſt de la Terre; & que ſa révolution périodique eſt de 223 heures.

Mais pourquoi ce Satellite paroit-il si rarement, & disparoit-il pendant si longtems? C'est à l'athmosphére solaire dont M. de Mairan a démontré l'existence dans son Traité de l'Aurore boréale, qu'il faut attribuer ses courtes apparitions, & ses disparitions irrégulières. Le Satellite de Vénus, *dit M. de Mairan*, est presque toujours plongé dans l'athmosphére du Soleil. Il est donc presque toujours enveloppé d'une matière fluide plus ou moins dense, qui nous le cache en tout, ou en partie, & qui se complique avec sa petitesse, & avec la contexture peu réfléchissante de sa surface. Nous ne pouvons donc le voir que dans deux occasions, ou lorsque l'athmosphére solaire ne parvient pas jusqu'à lui, ce qui n'arrive presque jamais; ou lorsque cette athmosphére se trouve être en tout assez rare & assez transparente, pour laisser passer une partie suffisante de la lumière que le Satellite réfléchit vers nous, ce qui arrive quelquefois.

Je vous le demande, mon cher Cheva-

lier ; n'ai-je pas droit de regarder comme sensiblement pleins des espaces qui contiennent un fluide capable de nous cacher habituellement un Astre, au moins aussi gros que la Lune. Donc les espaces qui se trouvent entre la Terre & le Soleil, & par Analogie tous les espaces célestes, doivent être regardés comme sensiblement pleins. Cela n'empêche pas cependant que la matière qu'ils contiennent, ne soit infiniment divisée, presque infiniment plus rare que les Astres qui la traversent, en un mot à peu près semblable à celle dont il est parlé dans la vie littéraire de Newton, pag. 80.

Si ce qu'on dit du Satellite de Vénus est vrai, nous pouvons assurer, sans craindre de nous tromper, que Vénus est une Planéte au moins 8 fois plus grosse que la Terre. En voici la démonstration la plus exacte.

1°. Le tems périodique du Satellite de Vénus est de 223 heures, & le quarré de ce tems est représenté par le nombre 49729.

2°. La distance de ce Satellite au centre

de sa Planéte principale est d'environ 90000 lieües; & elle sera représentée par le nombre 3, si l'on fait de 1000 parties égales le rayon du grand orbe, c'est-à-dire, la distance de la Terre au Soleil. Dans cette hypothése le nombre 27 représentera le cube de la distance du Satellite de Vénus.

3°. Le tems périodique du Satellite de la Terre, je veux dire, de la Lune est de 656 heures, & le quarré de ce tems est 430336.

4°. La distance de la Lune à la Terre est la même que celle du Satellite de Vénus au centre de sa Planéte principale; elle est donc 3, & son cube 27.

5°. Je vous ai démontré dans la vie littéraire de Newton (1) que la Masse d'un corps central quelconque est proportionnelle au cube de la distance de son Satellite, divisé par le quarré du tems périodique de ce même Satellite; l'on a donc la proportion suivante:

La masse de Vénus: à la masse de la

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 167.

Terre : : $\frac{27}{49729}$: $\frac{27}{430336}$.

6°. $\frac{27}{49729}$: $\frac{27}{430336}$: : 430336 : 49729.

7°. 430336 : 49729 : : 8 & environ $\frac{2}{3}$: 1. Donc la maſſe de Vénus : à la maſſe de la Terre : : 8 & environ $\frac{2}{3}$: 1. Donc, ſi ce qu'on dit du Satellite de Vénus eſt vrai, nous pouvons aſſurer que Vénus eſt une Planéte au moins 8 fois plus groſſe que la Terre, ſi non en volume, du moins en quantité de matière. Vous pouvez, mon cher Chevalier, vous fier à ce calcul, il me paroit exact. Servez-vous en pour corriger la faute qui ſe trouve dans mon grand Dictionnaire à l'article *Satellite de Vénus*; je ne ſçais comment je fis le quarré de 223 heures = 19729. Ces inattentions ſe pardonnent facilement dans les livres de ſciences, ſurtout lorſque la formule générale eſt auſſi ſûre que celle que je donnai à cette occaſion. La concluſion que vous devez tirer de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre, c'eſt que les eſpaces céleſtes ne ſont ni ſenſiblement vuides, ni parfaite-

ment pleins, mais seulement sensiblement pleins. Examinons maintenant quelle est la nature des fluides qui forment ce plein sensible ; je le ferai dans les lettres suivantes. Je suis, &c.

LETTRE QUATRIÉME.

Subtilité, ressort, mouvement, & hétérogénéité de la lumière. Diminution de son intensité, & raison suivant laquelle se fait cette diminution.

CE que j'ai à vous marquer sur la lumière, sera, mon cher Chevalier, la matière de deux lettres. Dans la première je n'avancerai que des choses dont je suis en état de vous apporter, & dont je vous apporterai en effet la démonstration la plus rigoureuse; je ne vous dirai au contraire dans la seconde que des choses probables, que des choses, qui, toute vraies qu'elles me paroissent, pourroient absolument être fausses. Entrons en matière sans autre préambule.

Une incompréhenſible ſubtilité, un reſſort très-exact & très-parfait, un mouvement très-rapide en ligne droite, une hétérogénéité très décidée, une force & une intenſité qui diminuent précisément en raiſon inverſe des quarrés des diſtances au corps lumineux; voilà ce que je regarde comme des propriétés de la lumière ſuſceptibles d'une véritable démonſtration. Je prendrai, la plûpart du tems, pour exemple la lumière du Soleil; il vous ſera très-facile d'appliquer aux autres eſpèces de lumière ce que je vous aurai dit de celle de l'Aſtre du jour.

Et d'abord, mon cher Chevalier, la lumière du Soleil eſt un corps encore plus ſubtil, que tout ce vous pouvez vous imaginer de plus délié. Je ne me contenterai pas, pour vous en convaincre, de vous faire remarquer qu'elle traverſe avec une facilité prodigieuſe les pores du verre, que vous ſçavez être très-petits; je vous prierai de vous placer ſur une hauteur, & de jetter de-là les yeux ſur une campagne découverte. Combien

d'objets se présenteront à votre vûe, les uns clairement, les autres confusément : chacun de ces objets renverra à vos yeux un très-grand nombre de rayons de lumière ; tous ces rayons arriveront à votre rétine, après avoir passé par votre prunelle. Voilà donc une infinité de rayons qui passeront librement par un trou très-petit ; vous faut-il d'autre preuve pour conclure que la lumière est un corps encore plus subtil, que tout ce que vous pouvez vous imaginer de plus délié ?

Nous ne connoissons point de corps dont le ressort soit plus parfait que celui du fluide qui nous éclaire. Si cela n'étoit pas ainsi, la Catoptrique ne seroit qu'un amas de propositions fausses, ou pour le moins incertaines ; elles sont toutes fondées sur ce Principe, *la lumière, tombant obliquement sur un miroir quelconque, fait un angle de réflexion exactement égal à celui d'incidence.* Vous êtes trop bon Physicien, pour me demander une marque plus décisive d'un ressort parfait.

Une expérience auſſi certaine que le Principe que je viens de vous apporter, vous prouvera que le mouvement de la lumière ſe fait en ligne droite. Entrez dans une chambre obſcure qui n'ait que deux petits trous parfaitement & géométriquement correſpondans, l'un, par exemple, à l'Orient, l'autre à l'Occident. Préſentez par dehors pendant la nuit à l'un des deux trous une chandelle allumée; les rayons qu'elle envera, enfileront l'autre trou ſans éclairer l'intérieur de la chambre : donc le mouvement de la lumière eſt un mouvement en ligne droite.

Pour vous prouver que ce mouvement en ligne droite ſe fait avec une rapidité prodigieuſe, je vous mettrai ſous les yeux la fameuſe découverte de M. M. Bradley & Molyneux; vous ſerez obligé de convenir que la lumière du Soleil parcourt environ 66 millions de lieües dans l'eſpace de 14 minutes. Voici le fait. Vous ſçavez que Jupiter eſt une planéte très-conſidérable, éloignée du Soleil d'environ 143 millions de

lieües, & environnée de 4 Satellites qui se meuvent périodiquement autour de lui. Vous sçavez encore que le premier de ces Satellites ne met que 42 heures $\frac{1}{2}$ à faire son tour périodique. Vous sçavez enfin que Jupiter se trouvant une fois, pendant cette courte période de tems, entre la Terre & son premier Satellite, nous devrions avoir naturellement une éclipse de ce Satellite de 42 heures $\frac{1}{2}$ en 42 heures $\frac{1}{2}$; donc dans 85 heures nous devrions en avoir deux, & par conséquent deux émersions. Comme nous ne les avons pas, les Astronomes physiciens attribuerent d'abord ce retardement au mouvement de translation de la lumière; & comme ce retardement est précisément de 14 minutes plus long, lorsque Jupiter est apogée, que lorsque Jupiter est périgée, M. M. Bradlei & Molyneux conclurent, que la lumière réfléchie par le Satellite en question employoit 14 minutes à parcourir l'espace qui marque l'excès de la distance de Jupiter apogée sur la distance de Jupiter périgée. Mais cet excès est de

66 millions de lieües ; donc la lumière réfléchie par le premier Satellite de Jupiter n'employe que 14 minutes à parcourir 66 millions de lieües ; donc le mouvement de la lumière eſt un mouvement d'une rapidité prodigieuſe.

Les expériences de Newton ne prouvent pas d'une manière moins convaincante, que la lumière eſt un corps hétérogéne compoſé de 7 rayons différens en maſſe & en figure ; vous en êtes convenu vous-même dans la vie littéraire de ce Philoſophe, lorſque vous m'avez rendu compte de la troiſième partie de ſon Optique ; il ſeroit inutile de revenir ſur un point que nous regardons, vous & moi, comme démontré. Avouons donc ingénument que Deſcartes s'eſt trompé, lorſqu'il a prétendu que la lumière étoit un corps homogéne ; & ne tentons pas de faire à cette occaſion aucun accord entre l'École Cartéſienne & l'École Newtonienne ; nous le ferions aux dépens de la vérité.

Enfin tout faiſceau de lumière qui part

d'un point quelconque d'un corps lumineux, & dont les rayons vont en divergeant, s'affoiblit d'autant plus qu'il s'éloigne davantage de sa source. Il est même démontré qu'à 2 lieües du corps lumineux sa force & son intensité sont quatre fois moins grandes qu'à une lieüe ; ou, ce qui revient au même, il est démontré que l'intensité de la lumière est précisément en raison inverse des quarrés des distances au corps lumineux. Si j'écrivois à un homme qui ne fut pas au fait des Mathématiques, cette démonstration, je l'avoüe, me meneroit un peu loin. Mais je me rappelle que vous lûtes, sans être arrêté, l'abrégé que je vous envoyai de la Géométrie de Descartes dans la vie litttéraire de ce Philosophe ; pourroit-il me venir en pensée de m'appesantir sur une démonstration qui ne demande, pour être entendüe, que les premiers élémens de la plus simple Géométrie ? Jettez donc les yeux, mon cher Chevalier, sur la fig. 8 de la pl. 4 du Tom. II. dans laquelle le point N est supposé à une lieüe, & le

point M à deux lieües du corps lumineux AP. Vous vous àppercevrez d'abord, que les rayons de lumière AB, AC, AM. AS, AV, & tant d'autres que je ne vous marque pas, pour ne pas rendre la figure trop obſcure, forment un cone lumineux ABC, qui a pour pointe le point A, & & pour baſe l'aire du cercle BHCKM. Vous vous appercevrez auſſi facilement, qu'à cauſe des lignes paralléles DN & BM, les triangles AND & AMB ſont équiangles. Vous ſçavez que deux triangles équiangles ont leurs côtés homologues proportionnels. Vous direz donc, AN : AM :: DN : BM. Mais DN : BM :: DE : BC, parce que les *moitiés* ſont comme les *touts*; donc AN : AM :: DE : BC. Mais, *par ſuppoſition*, AN eſt la moitié de AM; donc DE eſt la moitié de BC; donc DE : BC :: 1 : 2. Enfin vous vous rappellerez, que les aires des cercles ſont comme les quarrés de leurs diamétres; & vous conclurez de-là, que l'aire du cercle N n'eſt que le quart de l'aire du çercle M. Mais

je vous le demande, mon cher Chevalier, cela peut-il être ainsi, sans que les rayons de lumière partis du point A, soient quatre fois plus serrés dans l'aire du cercle N, que dans l'aire du cercle M? Et les rayons de lumière partis du point A, peuvent-ils être quatre fois plus serrés dans l'aire du cercle N, que dans l'aire du cercle M, sans que l'intensité de la lumière soit quatre fois moins grande à deux lieües, qu'à une lieüe du corps lumineux? Donc la force & l'intensité de la lumière suivent précisément la raison inverse des quarrés des distances au corps lumineux.

Cette démonstration peut être regardée comme une espèce de formule générale. Appliquée à un corps ignée, à un corps sonore, à un corps odoriférant &c., elle vous servira à prouver que l'intensité de la chaleur, du son, des odeurs &c., suit dans sa diminution la même proportion que la lumière. Ne me demandez plus donc, je vous en prie, pourquoi le Créateur, faisant une loi générale pour la gravité des

corps, a choisi la raison inverse des quarrés des distances, préférablement à toutes les autres raisons; l'uniformité qui doit regner dans l'Univers, étoit un motif plus que suffisant pour l'y déterminer.

Je vous le répéte, mon cher Chevalier; tout ce que vous ai dit jusqu'à présent, a été susceptible d'une véritable démonstration; & sur ces différens points il ne peut y avoir aucun démélé entre les Physiciens. Il n'en est pas ainsi de la propagation de la lumière; Descartes prétend avoir de très-bonnes raisons pour avancer qu'elle se fait par *percussion*; & Newton croit avoir démontré qu'elle se fait par *émission.* Quelque opposés que paroissent ces deux sentimens, il me semble qu'il n'est pas impossible de les réunir ensemble, & de prouver solidement que la propagation de la lumière se fait en partie par *percussion*, & en partie par *émission.* C'est là ce qui fera le sujet de la lettre suivante. Ne l'attendez pas de quelque tems; je veux, avant que de me déterminer, exa-

miner le pour & le contre avec toute l'attention dont je ferai capable. En attendant, je suis &c.

LETTRE CINQUIÉME.

Pensées de Newton & de Descartes sur la propagation de la lumière. Accord proposé entre ces deux Physiciens. Réponses aux difficultés qui se rencontrent dans le Systéme de réunion.

JE ne m'arrêterai pas long-tems, mon cher Chevalier, à vous expliquer les deux sentimens qui partagent encore aujourd'hui les Physiciens sur la manière dont se fait la propagation de la lumière. Celui de l'*émission* pure & simple n'a presque pas besoin d'explication. L'on comprend d'abord que, suivant ce systéme dont Newton s'est déclaré le défenseur, le rayon de lumière qui frappe nos yeux, a dû être quelque tems auparavant dans le sein même du corps lumineux, d'où l'effervescence & le bouillonnement l'ont fait sortir avec en-

core plus de force que la poudre enflammée ne lance les bâles & les boulets. Il eſt un peu plus difficile de comprendre la penſée des Phyſiciens, qui, à l'exemple de Deſcartes, admettent la propagation de la lumière par *percuſſion*.

A les en croire, la lumière, répandue par-tout depuis le commencement du monde, eſt un fluide très diſtingué du corps lumineux dans le ſein duquel elle n'a jamais pû ſe trouver. Elle ne nous éclaire que parce que le corps lumineux la pouſſe & la preſſe, & que ce mouvement de preſſion ſe communique de globule en globule juſqu'à celui qui touche l'œil du ſpectateur. Mais je me rappelle que je vous ai expliqué au long ce ſyſtéme, en vous rendant compte de la Dioptrique de Deſcartes, dans la vie littéraire de ce Philoſophe (1). Ne perdons pas le tems à répéter cent fois la même choſe, & voyons ſi l'on ne pourroit pas prouver que la propagation de la lumière ſe fait en partie par

(1) Tome I. de cet Ouvrage, p. 328.

émission, & en partie par *percussion*. Si j'en viens à bout, j'avoue que l'entier accommodement entre Descartes & Newton sera sus le point d'être conclu. Tentons donc ce grand Ouvrage, & prenons pour exemple la lumière du Soleil.

Vous sçavez sans doute, mon cher Chevalier, que cet Astre, éloigné de la Terre d'environ trente millions de lieues, est un globe de feu, fluide ou presque fluide, dans le sein duquel regnent l'effervescence, le bouillonnement, la fermentation la plus terrible que vous puissiez vòus imaginer. Les parties dont il est composé, doivent donc à chaque instant faire les plus grands efforts pour s'echapper avec une vîtesse incompréhensible dans les espaces célestes.

Vous sçavez encore que le Soleil est entouré d'une athmosphére qui nous éclaire, & qui, suivant M. de Mairan, s'étendant quelquefois jusqu'à nous, vient se mêler avec l'athmosphére du globe que nous habitons. Si vous aviez le moindre doute là-dessus, je vous inviterois à lire l'excellent

Ouvrage que ce Phyficien a donné fur les caufes de l'Aurore boréale & de la lumiére zodiacale ; vous verriez qu'il eft bien difficile, pour ne pas dire impoffible d'expliquer aucun de ces deux phénoménes, fans le fecours de l'athmofphére dont nous parlons.

Vous fçavez enfin que cette athmofphére, que je ne diftingue pas de la lumière folaire, eft compofée de particules très-élaftiques, & qu'elle eft divifée en couches contigues qui ont toutes pour centre le centre même du Soleil. Ces notions une fois fuppofées, voici comment j'explique la propagation de la lumière.

A chaque inftant les parties fubtiles dont le Soleil eft compofé, tendent à s'échaper du fein de cet aftre, avec toute la vîteffeque peut procurer à des corpufcules très-déliés l'effervence la plus terrible & la plus effroyable. Retenues par la premiere couche de l'athmofphére folaire, elles frappent avec force les particules dont elle eft formée. Ce mouvement fe communique de couche

en couche jusqu'à la dernière, qui n'étant retenue par aucun obstacle considérable, part avec à peu près toute la vîtesse communiquée à la première couche. Voulez-vous une image sensible de ce méchanisme ? Jettez les yeux sur 100 boules égales & élastiques, rangées sur la même ligne droite. L'on frappe la première, & l'on voit à l'instant la dernière partir avec d'autant plus de vîtesse, que la première a été frappée plus fort.

Voilà, mon cher Chevalier, la *percussion* & l'*émission* réunies ensemble de la manière du monde la plus heureuse ; & voilà ce que j'appelle accorder Descartes avec Newton sur un point de Physique où ces deux Philosophes paroissoient les plus opposés. Je conviens très-volontiers avec le premier, que la lumière du Soleil se propage par *percussion* depuis le sein de cet Astre jusqu'à la dernière couche de l'athmosphére qui l'entoure ; & puisque le second demande l'*émission*, j'avoue qu'elle a lieu depuis la dernière couche de l'atmosphére solaire

ſolaire juſqu'aux Étoiles les plus éloignées. La lumière de ces derniers Aſtres doit ſe propager à peu près de la même manière. Pourquoi ne dirions-nous pas que chaque Étoile eſt entourée d'une athmoſphére lumineuſe d'autant plus étendue, que l'Aſtre eſt plus conſidérable ? Ne ſçavons-nous pas que toute Étoile eſt un véritable Soleil, placé à une diſtance preſque infinie, & de celui qui nous éclaire, & du globe que nous habitons.

Ce ſentiment, tout victorieux qu'il me paroit, a cependant des difficultés qu'il eſt néceſſaire de faire évanouïr. Si l'athmoſphére ſolaire, *me dira-t-on*, perd à chaque inſtant une de ſes couches, elle devroit depuis long-tems avoir diſparu. Combien d'inſtans ſe ſont écoulés depuis la création du Monde juſqu'à nous, & par conſéquent combien de couches ſe ſont déja envolées ! Il ne devroit reſter actuellement aucun veſtige d'une athmoſphére un million de fois plus étenduë que celle du Soleil.

Cette difficulté est dans le fond plus effrayante que solide. A chaque instant, je l'avoue, l'athmosphére solaire perd une de ses couches; mais à chaque instant aussi elle répare ses pertes, en acquérant une nouvelle matière lumineuse. Je m'explique. L'athmosphére solaire envoie de sa matière, ou à des corps éclairans, comme sont les Etoiles, ou à des corps éclairés, comme sont les Planétes. Dans le premier cas, je le sçais, la lumière envoyée ne revient plus à l'athmosphére solaire; mais il lui en vient une semblable des athmosphéres qui entourent les Etoiles; & c'est ce commerce de lumière entre les corps éclairans, qui sert à réparer abondamment les pertes immenses que doit faire l'athmosphére du Soleil. Pour la lumière envoyée aux Planétes, je n'en suis pas en peine. Doüée du ressort le plus parfait, & lancée avec force vers des corps opaques assez élastiques, elle est bientôt obligée de revenir à peu près au même endroit, d'où elle étoit partie.

Le choc qu'il peut y avoir entre la lumière qui part & celle qui revient, ne doit pas plus vous inquiéter, mon cher Chevalier, que les pertes dont je viens de vous parler. Et d'abord la plûpart des particules lumineuſes n'en éprouvent aucun; elles ſont trop ſubtiles, & elles ſe meuvent dans un eſpace trop vuide, pour ne pas aller & revenir avec toute la liberté poſſible. Mais enfin, *ajouterez-vous*, il y en a qui ſe choquent réellement; que deviennent-elles donc après le choc? Elles ſe refléchiſſent ſur elles-mêmes, pour retourner les unes dans l'athmoſphére ſolaire, les autres vers les Planétes ou vers les Etoiles. La perte infiniment petite que peut occaſionner cette réflexion, n'eſt que trop abondamment réparée par les particules hétérogénes qu'emmenent avec eux les globules lumineux, qui, ſans avoir éprouvé aucun choc, reviennent dans l'athmoſphère ſolaire, après avoir éclairé les Planétes & les Cométes. Voilà toutes les difficultés que je vois dans le ſyſtéme mixte que je vous

propoſe ſur la propagation de la lumière. S'il vous en venoit quelqu'autre à l'eſprit, je vous prie de m'en faire part. Je ne ſuis attaché à mes idées, qu'autant que je les crois conformes à la vérité. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER.

JE ſuis enchanté, Monſieur, de votre Syſtéme Newto-Cartéſien ſur la propagation de la lumière. La ſeule difficulté que j'aurois pu vous propoſer, vous l'avez réſoluë de la manière la plus ſatisfaiſante. Il ne me reſte que quelques queſtions à vous faire, ſur leſquelles je ſerai charmé d'avoir une réponſe préciſe; vous me l'enverrez à votre loiſir.

1°. N'y a-t-il point de Planéte, où la propagation de la lumière ſe faſſe tellement par *percuſſion*, que l'*émiſſion* n'y ait point de part?

2°. Dans les Planétes, où la propagation de la lumiére ne ſe fait que par *percuſſion*, cette propagation n'eſt-elle pas inſtantanée?

3°. N'y a-t'il ſur la Terre aucun corps particulier, dont la lumière ne ſe propage que par *émiſſion*? Ce qui m'a fait former ce doute, c'eſt que je n'apperçois autour d'un flambeau allumé aucune athmoſphére qui puiſſe occaſionner la *percuſſion* de la lumiére. Perſonne n'eſt plus empreſſé que moi d'embraſſer votre nouveau ſyſtéme. Mais je voudrois auparavant être en état de répondre aux queſtions qu'on peut faire à tout homme, qui voudra, comme vous, réunir les ſentimens qui paroiſſent en apparence les plus oppoſés. En attendant votre réponſe, je ſuis &c.

LETTRE SIXIÉME.

Solution des queſtions propoſées dans le billet précédent.

IL ne me ſera pas difficile, mon cher Chevalier, de répondre à vos queſtions de la manière la plus préciſe. Je ſuis trop flatté de l'approbation que vous don-

nez à mon nouveau systéme, pour vous faire attendre long-tems la réponse que vous souhaitez. Venons au fait ; nous sommes convenus de bannir de nos lettres toute espèce de compliment.

Vous me demandez 1°. s'il n'y a point de Planéte, où la propagation de la lumière se fasse tellement par *percussion*, que l'*émission* n'y ait aucune part. Je n'hésiterai pas à vous répondre que Mercure & Vénus se trouvent précisément dans ce cas ; ces deux Planétes sont toujours plongées dans l'athmosphére solaire. Nous nous y trouvons nous-mêmes quelquefois, puisque de tems en tems l'athmosphère solaire a, suivant M. de Mairan, un diamétre aussi grand & peut être plus grand que celui de l'orbite, que la Terre parcourt chaque année autour du Soleil par son mouvement périodique.

Vous voudriez sçavoir 2°. si dans les Planétes, où la propagation de la lumière ne se fait que par *percussion*, cette propagation est instantanée, ou succcessive, c'est-

à dire, si la vîtesse que reçoit la premiè-re couche de l'athmosphére solaire se communique, ou dans l'instant, ou après plusieurs instans, à la couche de la même athmosphére qui entoure la Planéte, où la seule *percussion* a lieu. Cette seconde réponse sera aussi précise que la première. De quelque manière que se fasse la propagation de la lumière, *par émission*, ou par *percussion*; cette propagation ne peut jamais être instantanée. Dans le premier cas la chose est aussi claire que le jour. Quelque vîtesse que vous supposiez à un fluide, il lui faut plus ou moins de tems, pour parcourir un espace plus ou moins long. dans le second cas la chose ne me paroit pas moins évidente. Quelque contiguës que soient les couches de l'athmosphére solaire, elles ne le sont pas toujours exactement. Quelque polis que soient les globules dont ces couches sont composées, ils ne le sont pas tous également. Quelque élastiques que soient ces globules, ils ne le sont pas tous parfaitement, &c. Comment avec tant de

défauts pourroit-on admettre une propagation instantanée ? Oui, mon cher Chevalier, dans le tems même que nous nous trouvons dans l'athmosphére solaire ; il faut 7 à 8 minutes pour que la vîtesse, avec laquelle est frappée la première couche de cette athmosphére, se communique jusqu'à la couche qui nous environne.

Vous soupçonnez 3°. que la propagation de la lumière d'un flambeau allumé se fait par *émission*, & vous me demandez si votre soupçon est bien fondé. Je pense comme vous, & comme vous je n'apperçois aucune athmosphére autour de ce flambeau, où la *percussion* puisse avoir lieu. La vîtesse avec laquelle cette lumière se propage, me prouve seulement que c'est un fluide d'une subtilité incompréhensible, auquel le moindre mouvement peut faire parcourir un très grand espace dans le tems même le plus court.

J'espère, mon cher Chevalier, que vous serez satisfait de la manière dont j'ai ré-

pondu à vos questions que vous avez crû devoir me proposer sur mon Systéme *Newto-Cartésien*. Je vais maintenant travailler tout de bon à accorder Descartes avec Newton sur un point de Physique encore plus difficile que celui que je viens de discuter ; c'est là formation du feu, & la cause méchanique des mouvemens de ce fluide. Comme ce n'est pas ici l'affaire d'un jour, ne soyez pas surpris si je passe quelque tems sans vous donner de mes nouvelles. Je n'ai encore là-dessus que des idées vagues qu'il faut analyser, & que des vûes embarrassées qu'il faut débrouiller. Lorsque mon accord dont j'espére venir à bout, sera conclu, vous serez le premier à en être instruit. Je suis &c.



LETTRE SEPTIÉME.

Difficultés qui se rencontrent dans la démonstration des causes méchaniques des mouvemens du feu. Explication physique de la nature de cet élément. Distinction du feu en élémentaire & en usuel. Énumération des propriétés & des effets de l'un & de l'autre.

DÉterminer avec exactitude les causes méchaniques du mouvement du feu, voilà, mon cher Chevalier, l'écueil de la Physique; voilà du moins, pour ne vous rien exagerer, le probléme le plus difficile que l'on puisse proposer à un Physicien, quelque versé qu'il soit dans la science de la nature. Vous en jugerez par le détail suivant. Le feu, répandu par tout avec plus ou moins d'abondance, est évidemment formé par une matière très déliée, agitée d'un violent mouvement *en tout sens*; j'en trouve la preuve sensible dans

la flamme occupée à consumer quelque corps que ce soit. Le mouvement *en tout sens* du feu est évidemment causé par un nombre innombrable de mouvemens en tourbillon, dont chacun se fait autour d'un centre particulier ; si j'avois le moindre doute là-dessus, je jetterois un coup d'œil sur l'eau boüillante, & mon doute seroit bien-tôt dissipé. Le mouvement de tourbillon que l'on est obligé de reconnoitre dans le feu, ne peut pas être l'effet d'un mouvement général, tel que Descartes l'admettoit dans la matière de son prémier élément ; je crois vous avoir démontré que ce n'est là qu'un roman ingénieux, proposé par l'Auteur qui étoit le plus en état d'en imposer à son lecteur. Comment donc expliquer d'une manière physique un mouvement *en tout sens*, c'est-à-dire, un mouvement qui paroit diamétralement opposé à toutes les loix de la Méchanique ? Comment reconnoitre un mouvement de tourbillon dans une matière répandue partout, & ne pas admettre dans la nature

ce mouvement général dont Descartes a fait le fondement de son systême de Physique? Par quelles loix en un mot expliquer les petits tourbillons dont la matière ignée paroit être composée, si les grands tourbillons Cartésiens qui paroissent en être comme l'ame, sont contraires aux loix de la Méchanique? La chose est en effet difficile, mon cher Chevalier, mais elle n'est pas impossible; & ce sont les loix de Newton qui m'ont fait sortir de ce labyrinthe. Voici donc comment je forme mes tourbillons ignées.

Rappellez-vous, je vous en prie, par quel méchanisme la Lune tourbillonne autour de la Terre. C'est, *disons-nous dans la vie littéraire de Newton* (1), en vertu de deux mouvemens, l'un centripéte causé par l'attraction que la Terre exerce sur la Lune, l'autre de projection immédiatement imprimé par la Cause première. Nous ne nous en sommes pas tenus à ces généralités vagues qui n'apprennent rien,

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 128 & suiv.

ou presque rien. Nous avons déterminé avec la dernière exactitude, combien de pieds dans un tems donné chacune de ces forces seroit capable de faire parcourir à la Lune, si cet Astre n'étoit soumis qu'à l'une des deux. Voilà ce qui se passe en grand & d'une manière visible dans le Ciel; & voici ce qui se passe en petit & d'une manière invisible sur la Terre.

Imaginez-vous un globule infiniment petit *du premier ordre*, autour duquel se trouvent des globules infiniment petits *du second ordre*; chacun de ceux-ci sera sensiblement attiré par celui-là, puisque les infiniment petits du *premier ordre* sont infiniment plus grands, que les infiniment pepetits du *second ordre*. Imaginez-vous ensuite que la Cause première a imprimé à chacun des globules, placés à la circonférence, une force de projection proportionnelle à leur force centripéte; ces globules animés en même tems par ces deux forces seront obligés de tourbillonner autour du globule infiniment petit du *premier*

ordre. Mettez ensemble plusieurs de ces tourbillons ; vous aurez un fluide agité *en tout sens*, des mouvemens duquel il vous sera facile de rendre raison d'une manière très méchanique. Voulez-vous, mon cher Chevalier, des tourbillons ignées encore plus petits que ceux dont je viens de vous faire la description ? Placez au centre tantôt un globule infiniment petit du *second ordre* entouré de globules infiniment petits du *troisième ordre*, tantôt un globule infiniment petit du *troisième ordre* entouré de globules infiniment petits du *quatrième ordre* &c ; vous aurez le feu le plus subtil que vous puissiez imaginer. Voilà en deux mots quelle je crois être la nature du feu, & voilà ce que j'appelle accorder Descartes avec Newton ; l'un m'a fourni l'idée, & l'autre les loix des tourbillons ignées. Ce qui me fait soupçonner que je ne me suis pas écarté de la vérité, c'est la facilité avec laquelle je répons à toutes les questions que l'on peut me faire sur le feu. Entrons ici dans quelque détail ; je me flatte qu'il sera intéressant,

1°. Veut-on ſçavoir la différence qu'il y a entre le feu élémentaire, & le feu mixte, ou uſuel ? Je ferai remarquer que ſi les tourbillons dont je viens de parler, demeurent tels qu'ils ont été formés par la Cauſe première, ils compoſent le feu que nous appellons *élémentaire*. J'ajouterai qu'ils compoſent le feu *uſuel*, lorſque, pour ſe rendre viſibles, ils s'enveloppent de parties inflammables, telles que ſont les parties huileuſes, ſulphureuſes, bitumineuſes &c.

2°. Demande-t-on quelle eſt la véritable cauſe de la chaleur que nous reſſentons ? Je répondrai que l'on n'en connoit point d'autre que le feu. Ce fluide ſeul me paroit capable de communiquer à notre ſang, & à nos humeurs ce mouvement *en tout ſens* qui fait la chaleur. Entre-t-il en grande quantité dans un corps liquide? Il cauſe des efferveſcences & des boüillonnemens. Il occaſionnera l'inflammation, s'il vient à diviſer les parties d'un corps qui contienne dans ſon ſein pluſieurs tourbillons ignées dans une eſpèce de contrain-

te & de captivité. Quel ravage en effet ne doit-il pas causer, lorsque les tourbillons qu'il a délivrés, se joignent à lui pour agir contre le corps dont l'intérieur ne leur a que trop long-tems servi de prison !

3°. Cherche-t-on la cause de la fluidité ? On la trouvera dans mes tourbillons ignées, qui communiquent aux parties insensibles de certains corps le mouvement *en tout sens*, dont ils sont agités. Voulez-vous en effet ôter à l'eau sa fluidité ? faites-en sortir une partie du feu qu'elle renferme dans son sein, & vous la verrez métamorphosée en un corps très dur & très-solide ; introduisez dans la glace une certaine quantité de feu, vous verrez reprendre aux parties dont elle est composée, une fluidité qui leur est comme naturelle. Ce n'est pas seulement la glace, ce sont les métaux les plus durs qui se changent en corps fluides, lorsqu'on les soumet à l'action du feu. Aussi cet élément est-il regardé par les Physiciens, comme le dissolvant le plus général qu'il y ait dans la nature.

4°. Le feu n'eſt pas moins la cauſe phyſique des fermentations, que de la fluidité. En effet les acides, entrant dans leurs alkalis les briſeroient-ils en des millions de piéces, s'ils n'étoient pouſſés par une matière inviſible, agitée d'un violent mouvement *en tout ſens* ? Auſſi toutes les fermentations ſont-elles accompagnées d'une chaleur réelle ; la plupart, d'une chaleur très ſenſible ; & quelques-unes d'un boüillonnement ſuivi bientôt après de l'inflammation.

5°. Si l'on eſt ſurpris que des corps qui contiennent dans leur ſein une grande quantité de tourbillons ignées, comme les pierres à fuſil, le ſoufre, le bitume, le bois &c. ; ſi l'on eſt ſurpris, dis-je, que ces corps n'ayent pas une chaleur ſenſible ; je ferai remarquer que les tourbillons ignées y étant comme empriſonnés, ne peuvent pas avoir ce mouvement violent qui cauſe une chaleur plus grande que celle de notre ſang.

6°. Si l'on examine ce qui ſe paſſe, lorſque l'on frotte la main droite contre la

main gauche, l'on verra qu'il doit naître de ce frottement une chaleur très-ſenſible ; pourquoi ? Parce que les tourbillons ignées que l'on doit regarder, comme l'unique cauſe de la chaleur naturelle, reçoivent par ce frottement une augmentation de mouvement. L'on pourroit encore dire que le frottement dégage certains tourbillons qui ſe trouvoient entre l'épiderme & la peau, comme dans une eſpèce de priſon. J'expliquerai à peu près de la même manière, pourquoi la plûpart des corps acquièrent une chaleur très-ſenſible, lorſqu'on les frotte avec rapidité les uns contre les autres ; pourquoi en particulier le frottement occaſionné par un violent mouvement de rotation, peut cauſer l'inflammation. Mais il me ſuffit de vous avoir indiqué le Principe qui doit ſervir de baſe à l'explication d'une foule de phénoménes, que bien des Phyſiciens ont regardés juſqu'à préſent, comme inexplicables. Si vous l'adoptez une fois, je ne ſuis pas en peine, mon cher Chevalier, de la manière dont vous l'appliquerez à

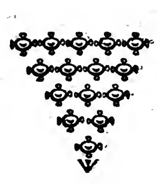
tous les effets de la chaleur ; vous paroissez être fait pour expliquer les choses d'une manière nette, précise & intéressante.

7°. Le feu n'a pas seulement la propriété d'échauffer, il a encore celle d'éclairer ; son mouvement en tourbillon n'est pas absolument opposé au mouvement droit que nous avons reconnu dans la lumière. Nous voyons tous les jours la même boule se mouvoir en même-tems & d'un mouvement de rotation sur son centre, & d'un mouvement direct en ligne droite ; pourquoi le globule central d'un tourbillon ignée ne pourroit-il pas venir à nos yeux en ligne droite, tandis que les globules placés à la circonférence tourbillonneront autour de lui.

8°. La raréfaction des corps est peut-être l'effet le plus général des tourbillons ignées. Je n'en suis pas surpris ; peut-il se faire qu'une matière agitée d'un mouvement aussi violent, se trouve en grande quantité dans un corps, sans en élargir les pores, & sans faire les plus grands efforts pour écarter les couches dont il est composé ?

Aussi le Pyrométre allonge-t-il très-sensiblement le métal le plus dur & le plus compacte.

9°. Enfin le feu est présent par tout. Les Physiciens en ont apporté dans tous les tems les preuves les plus sensibles. Je vous les répéterois ici, mon cher Chevalier, si la Machine électrique ne nous faisoit pas toucher au doigt cette vérité. Cette Machine présente des effets assez surprenans & assez variés, pour en faire le sujet d'une lettre particulière; ce sera, si vous le jugez à propos, celui de la lettre suivante. Je suis, &c.



LETTRE HUITIÉME.

Conjectures de Newton & de Descartes sur les causes Physiques des phénoménes électriques. Examen de ces deux sentimens. Conjectures nouvelles sur la même matière. Principe d'Hydrostatique sur lequel elles sont fondées. Application de ce Principe à quelques phénoménes électriques.

LEs conjectures de Newton sur l'Électricité ne sont pas recevables, mon cher Chevalier. Ce Physicien, l'ennemi juré des causes secondes, faisoit dépendre les phénoménes électriques que l'on connoissoit de son tems, de certaines loix générales d'attraction & de répulsion que vous n'avez jamais été tenté d'admettre dans la Nature. (1). Descartes a parlé sur cette matière d'une manière bien plus raisonnable. Le premier, il a admis un feu électrique que le frottement oblige à sortir du verre,

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 103 & suiv.

& que la résistance de l'air y fait rentrer (1). Il n'est qu'un Génie créateur, qui ait pu parler ainsi dans un tems, où l'on ne voyoit dans les corps électriques, que la vertu qu'ils ont d'attirer & de repousser les pailles, les petites plumes, en un mot, toute sorte de corps légers. Son systéme sera toujours vrai pour le fonds; développons-le pour le rendre plus sensible. Du sein d'un globe de verre, agité d'un violent mouvement de rotation, & frotté par une main très-séche, il sort differens courans ignées dont les uns enfilent le tube de fer blanc suspendu sur des cordons de soye, & les autres se répandent dans l'air qui entoure la Machine. Les premiers rendent *parfaitement* électrique le tube de fer blanc, & lui communiquent une athmosphére très-dense; les seconds rendent *à demi-électriques* tous les corps qui entourent la Machine, & ils leur communiquent une athmosphére très-rare, pourvû qu'ils soient électrisables *par communication.* Cette conjecture est fondée sur

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 261 & suiv.

une expérience bien sensible. Mettez un gatteau de résine sous les pieds du Frotteur ; il s'électrisera, mais beaucoup moins que le tube de fer blanc ; & non-seulement vous tirerez de son corps de petites bluettes, mais lui-même il en tirera d'assez sensibles du tube : ce que ne pourra jamais faire un homme que l'on placera sur le gatteau à la manière ordinaire, en lui faisant tenir à la main un fil de fer, ou une corde de chanvre, dont l'une de ses extrémités sera attachée au tube. Je crois, mon cher Chevalier, que, par le moyen de ces différens courans ignées que le frottement de rotation fait sortir du globe, & que la résistance de l'air y fait rentrer, vous expliquerez d'une manière assez méchanique, tous les phénoménes électriques que nous connoissons aujourd'hui. Leur explication détaillée ne peut entrer que dans un Cours de Philosophie donné dans toutes les formes ; & non pas dans un plan de Physique, tel que je prétens vous le tracer dans ce troisième volume. Il est cependant un phéno-

méne dont je veux vous rendre raiſon dans cette lettre. Des yeux ordinaires le regardent comme mépriſable ; des yeux phyſiciens y découvrent le germe de tous les miracles électriques, dont nous ſommes témoins depuis quelques années : c'eſt la bluette que tire du tube tout homme qui en approche le doigt, ou quelque corps électriſable *par communication*, pourvû qu'il ne ſoit pas placé ſur le gâteau de réſine, à la manière ordinaire. Voici quelles ſont là-deſſus mes conjectures. Elles ſont fondées ſur une loi d'hydroſtatique que l'on peut exprimer en ces termes : *deux fluides homogénes, qui communiquent enſemble, tendent à ſe mettre en équilibre.* Venons au fait.

Que fais-je, mon cher Chevalier, lorſque j'approche mon doigt du tube électriſé ? J'approche une athmoſphére électrique très-rare d'une athmoſphére électrique très-denſe ; je les fais communiquer enſemble ; & j'oblige l'athmoſphére denſe de donner avec impétuoſité de ſa matière à l'athmoſphére rare.

Dans

Dans ce mélange il y a choc de particules inflammables ; eſt il ſurprenant qu'il y ait inflammation ? Si l'air étoit auſſi inflammable, que le ſont les athmoſphéres dont nous parlons , je ſuis perſuadé que nous aurions des bluettes très-ſenſibles , lorſque l'air extérieur eſt obligé de donner de ſa matière à l'air d'une chambre, dans laquelle on a allumé un feu conſidérable.

La première conſéquence que je tire de ce phénoméne , c'eſt que l'homme placé ſur le gâteau à la manière ordinaire , ne doit tirer aucune bluette du tube électrique ; le doigt qu'il en approche , eſt auſſi électrique que le tube ; le mélange qui ſe fait des deux athmoſphéres , eſt donc un mélange paiſible. Il n'en eſt pas ainſi du frotteur ; lors même qu'il eſt placé ſur le gâteau , il eſt beaucoup moins électrique , que le tube.

La ſeconde conſéquence n'eſt pas moins directe , que la première. L'homme placé ſur le gâteau à la manière ordinaire , tire des bluettes de ceux qui ſont ſur le pa-

vé, & ceux-ci à leur tour en tirent de celui-là. J'apperçois ici deux athmosphéres électriques dont l'une est dense, & l'autre rare.

Enfin la troisième conséquence que je tirerai, car je pourrois en tirer des milliers, c'est que l'esprit de vin que l'on présente à l'homme placé sur le gâteau, pour qu'il l'enflamme, en en approchant le doigt, est un corps très-inflammable, entouré d'une athmosphére électrique assez rare.

Je pourrois, mon cher Chevalier, par le moyen de mes différens courans ignées, expliquer d'une manière aussi méchanique tous les autres phénoménes que vous connoissez. Mais je vous le répete; je prétens vous envoyer un plan, & non pas un Traité de Physique. Appellez, si vous le voulez, avec le chef des Physiciens électrisans (1), *matière effluente* les courans ignées qui sortent du sein du globe frotté, & *matière affluente* les courans ignées qui reviennent au globe pour réparer les

(1) M. l'abbé Nollet.

pertes qu'il a souffertes ; je ne m'en mettrai pas en peine ; bien fou qui dispute sur des mots. Je suis &c.

LETTRE NEUVIÉME.

Sentimens de Descartes & de Newton sur la Cause physique du Ressort des corps. Examen & réfutation de ces deux systémes. Conjectures nouvelles sur cette matiére. Questions diverses sur le Ressort. Réponses à ces questions.

J'Ai bien peur, mon cher Chevalier, que les pensées de Descartes & de Newton sur la cause du ressort, ne soient inutiles. Celui-ci s'imagine l'avoir trouvée dans des loix générales de répulsion dont l'existence n'est rien moins que constatée (1); celui-là a recours à une matière imaginaire qu'il regarde comme l'ame de l'Univers, & qu'il nous représente, comme faisant tous ses efforts pour rouvrir des pores qu'elle ne

(1) Vie littéraire de Newton, liv. I. pag. 109.

trouve pas assez ouverts à sa fantaisie (1). Tout ceci sent bien le roman. Il me paroît qu'on peut expliquer cette qualité des corps d'une manière bien plus simple. Je vais à mon tour faire quelques conjectures. Si vous vous en mocquez, je n'en serai pas fâché ; peut-être ne ferez-vous que suivre mon exemple : s'il étoit permis de donner un plan de Physique générale, sans dire deux mots de la cause du ressort ; je me serois dispensé bien volontiers de vous envoyer une lettre qui ne vaudra probablement rien, & qui cependant m'aura coûté beaucoup de peine. J'entre en matière, en vous promettant de ne pas vous ennuyer long-tems sur un point de Physique aussi obscur que celui-ci.

Et d'abord, mon cher Chevalier, si vous me demandez quelle est la cause immédiate du ressort de la plûpart des corps que nous avons sous les yeux ; je vous répondrai que c'est l'air qui se trouve renfermé dans leur sein. En comprimant ces

(1) Vie littéraire de Descartes : liv. III. p. 241.

corps, je comprime néceſſairement une partie de l'air qu'ils contiennent. Cet air comprimé ſe remet, ou du moins fait un effort très ſenſible pour ſe remettre dans ſon premier état; eſt-il étonnant que les corps dont il eſt comme l'ame, ſuivent tous les mouvemens de ce fluide intérieur?

Ici ſe préſentent une foule de queſtions que vous ne manqueriez pas de me faire, ſi je n'avois ſoin de les prévenir. Vous me demanderiez d'abord pourquoi tous les corps ne ſont pas élaſtiques, puiſqu'ils contiennent tous évidemment plus ou moins d'air dans leur ſein. Pour toute réponſe à cette première queſtion, je vous prierois de me permettre de révoquer en doute qu'il y ait ſur la Terre des corps dénués de toute eſpèce de reſſort. Il y en a de plus & de moins élaſtiques, j'en conviens; mais qu'il y en ait qui ſoient dépourvus de toute élaſticité, voilà ce que je n'avoûerai jamais qu'à bonnes enſeignes.

L'on peut me demander en ſecond lieu pourquoi tel & tel corps eſt plus élaſti-

que, que tel & tel autre. La réponſe ſe préſente d'elle-même. Tous les corps terreſtres ne contiennent pas une égale quantité d'air ; pourquoi voulez-vous qu'ils ſoient également élaſtiques ? D'ailleurs toute cauſe ſuppoſe des conditions. La cauſe du reſſort en demande eſſentiellement trois ; une certaine flexibilité dans le corps qui doit, par la compreſſion, perdre ſon ancienne figure ; une certaine roideur dans le corps qui doit, après la compreſſion, ſe remettre dans ſon ancien état ; des pores tellement configurés, qu'ils puiſſent introduire dans leur ſein l'air ſubtil, ou l'air groſſier ; peu importe lequel des deux y entre ; je les regarde l'un & l'autre comme très-élaſtiques.

Mais d'où vient cette grande élaſticité de l'air ? C'eſt-là la queſtion que l'on ne manquera pas de me propoſer comme inſoluble. Quand même je répondrois que je ne la connois pas, je n'en aurois pas moins apporté la cauſe immédiate & méchanique du reſſort de la plûpart des

corps ſenſibles. Peut-être ignorera-t-on juſqu'à la fin du monde la Cauſe phyſique de la gravité de l'air ; pour cela en regardera-t-on moins l'air grave, comme la cauſe de l'aſcenſion du mercure dans le barométre, de l'élévation de l'eau dans les pompes aſpirantes &c.

Mais nous n'en ſommes pas réduits là, lorſqu'il s'agit du reſſort de l'air. Nous avons droit de conjecturer que ce fluide contient encore plus de petits tourbillons, que nos corps terreſtres ne contiennent de molécules d'air. Comprimez l'air ; vous comprimerez un très-grand nombre de petits tourbillons, leſquels ſe remettant après la compreſſion dans leur premier état, y remettront le fluide dans les pores duquel ils ſe ſont logés. Il en eſt de même de la lumière. Si ce fluide eſt infiniment plus ſubtil, que celui que nous reſpirons, il ſera rendu élaſtique par des tourbillons infiniment plus petits, que ceux qui produiſent le reſſort de l'air. N'avons-nous pas admis dans la lettre ſixième autant

d'eſpèces de tourbillons, qu'il y a de différens ordres d'infiniment petits ?

L'on pourroit enfin demander quelle eſt la cauſe de l'élaſticité des tourbillons dont nous venons de parler. je ne crois pas que l'on puiſſe en aſſigner d'autre, que la force centrifuge de chacun des globules, que nous avons placés à la circonférence ; elle me paroit aſſez phyſique, pour que, dans une matière auſſi obſcure que celle-ci, tout homme raiſonnable doive s'en contenter. En tout cas quiconque ne ſera pas content de mes conjectures ſur la cauſe du reſſort, peut ſe mettre l'eſprit à la torture pour en chercher d'autre. s'il en trouve de plus raiſonnables que les miennes, je lui promets d'être un des premiers à les adopter. Je ſuis &c.



LETTRE DIXIÉME.

Nature de la dureté des corps. Causes physiques de cet effet. Conditions nécessaires pour que ces causes agissent.

VOici, mon cher Chevalier, l'idée que je me forme d'un corps dur. C'est un corps, dont les parties très propres à s'accrocher les unes avec les autres, ou à s'appliquer les unes contre les autres, sont dans un repos respectif, occasionné par l'attraction mutuelle qu'elles exercent les unes sur les autres, & par la pression plus ou moins grande d'un fluide environnant. Développons ces pensées qui renferment l'heureuse alliance du Cartésianisme avec le Newtonianisme.

1°. Newton qui n'admettoit qu'une seule cause de la dureté des corps, la faisoit dépendre d'une attraction qu'il faisoit agir au moins en raison inverse des cubes

des diſtances : il avoit tort (1). Mais enfin il regne dans la nature une attraction en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Pourquoi des corpuſcules infiniment près les uns des autres, ne la reſſentiroient-ils pas ? & s'ils la reſſentent, pourquoi ne produiroit-elle pas un commencement de dureté, ſur-tout dans ces globes immenſes dont les molécules gravitent vers un centre commun ? Vous me direz ſans doute que cette attraction ne peut pas produire une grande dureté ; j'en conviens ; auſſi lui donné-je pour compagne la preſſion extérieure d'un fluide environnant. Ne ſçavons-nous pas combien il eſt difficile de ſéparer deux hémiſphéres concaves de métal, ou deux plaques de marbre que l'on ſoumet à l'action de l'air que nous reſpirons ? Pourquoi l'action d'un fluide quelconque environnant ne produiroit-elle pas un effet analogue à celui-là ? & s'il le produit, pourquoi n'entreroit-elle pas, comme cauſe partielle, dans le grand

(1) Vie littéraire de Newton. liv. I. lettre 12.

phénomène de la dureté ? Peut-être est-ce pour cela que le Créateur a donné une athmosphére, non-seulement à la Terre, mais encore à tous les corps célestes qui roulent sur nos Têtes.

2°. Dans le nouveau systéme que je propose, les parties élémentaires des corps seront d'une dureté incompréhensible. Infiniment petites, elles ne pourront être divisées par aucun Agent créé. Or je vous le demande, mon cher Chevalier ; qu'est-ce qu'un corps presque infiniment dur ? N'est-ce pas celui dont le Créateur lui seul peut séparer les parties ?

3°. Ce n'est pas sans raison qne j'exige une configuration particulière dans les parties dont sont composés les corps durs. L'Attraction dont je parle, n'est sensible, qu'à une distance insensible, ou pour mieux dire, infiniment petite, sur-tout dans les corps que nous voyons placés sur la surface de la Terre. Le fluide environnant ne peut presser que des parties propres à s'appliquer facilement. Essayez de presser les

uns contre les autres des corpuscules ronds ou à peu près ronds ; vous verrez si vous en viendrez à bout, avant que de leur avoir fait changer de figure. Aussi les Physiciens regardent-ils, comme à peu-près ronds, la plûpart des molécules dont les corps fluides sont composés, & comme plattes, ou propres à s'accrocher, celles qui composent les corps durs. Par-là nous devons avoir non-seulement des corps durs & non durs, mais encore des corps plus durs les uns que les autres. Je suis &c.

LETTRE ONZIÉME.

Cause de la gravité des corps. Explication des phénomènes que nous présente la gravité des corps sublunaires. Objection contre le systême de l'Attraction. Réponse à cette objection.

Je crois vous avoir démontré, mon cher Chevalier, dans les deux volumes précédents que la gravité des corps ne

dépend d'aucune cauſe ſeconde, immédiate & méchanique. Elle dépendra donc de la Cauſe première, ou pour mieux dire, des loix générales que la Cauſe première a établies au commencement du monde ; car tout effet doit avoir une cauſe, & l'on ne fera jamais un procès à un Phyſicien qui n'a recours à la Cauſe première, que lorſqu'il ſe trouve dans l'impoſſibilité de recourir aux cauſes ſecondes. C'eſt-là le cas, où nous nous trouvons, lorſque nous aſſurons que les corps ne ſont graves, que parce qu'ils ſont ſoumis aux loix de l'attraction en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Dans ce ſyſtéme tous les corps ſublunaires abandonnés à eux-mêmes, tomberont ſur la ſurface du globe que nous habitons ; parce que ce globe incomparablement plus gros qu'eux, les attirera incomparablement plus, qu'il n'en ſera attiré. Ils tendront vers le centre de la Terre ; parce qu'étant attirés par chacune de ſes parties, & ne pouvant pas obéir à

chacune des attractions particulières, ils graviteront vers un point commun à toutes les parties dont ce globe est composé, c'est-à-dire, ils graviteront vers le centre. Ce sera donc par une ligne perpendiculaire à la surface de la Terre qu'ils tomberont, puisque leur ligne de direction ne sçauroit être continuée, sans passer par le centre de notre globe. Enfin leur gravité sera 4 fois plus forte à 1 rayon, qu'à 2 rayons du centre, parce que l'attraction suit précisément la raison inverse des quarrés des distances.

Je comprens, mon cher Chevalier, que je vous parle d'une manière bien laconique sur un point de physique qui demande les plus grands éclaircissemens. Mais je vous les ai donnés ces éclaircissemens dans les deux volumes précédents, sur-tout dans le livre troisième de la vie littéraire de Descartes, & dans le livre second de la vie littéraire de Newton. Je n'ai jamais prétendu qu'un homme lut la troisième partie de ce Traité de paix, avant que

d'en avoir lu les deux premières. Il y a cependant une difficulté dont je veux vous donner la solution à la fin de cette lettre ; je crois que c'est la seule raisonnable que l'on puisse faire contre la manière dont Newton explique la descente des corps graves.

De l'aveu des Newtoniens & de Newton lui-même, *me dira-t-on*, Galilée a très-bien parlé de la gravité des corps sublunaires, quoiqu'il la regarde comme une Force uniforme ; comment Newton peut-il en avoir bien parlé, lui qui la regarde comme une Force variable en raison inverse des quarrés des distances au centre de la Terre ? Voilà une très-bonne objection ; & voici une réponse encore meilleure.

Galilée regarde la gravité des corps sublunaires comme une Force uniforme ; mais dans quel cas ? Dans celui où il suppose que les corps ne tombent que des environs de la Terre, c'est-à-dire, dans celui où il suppose que le corps qui tombe, se trouve, pendant tout le tems de sa

chute, à peu près à égale diſtance du centre de la Terre. Il a droit ; Newton ne penſa jamais autrement, puiſqu'il ne fait varier qu'avec leur diſtance au centre la gravité de ces mêmes corps ſublunaires. Auſſi Galilée a-t-il raiſon de regarder en certains cas la gravité comme une force uniforme ; & Newton n'a pas tort de regarder en certaines autres la gravité comme une force variable. Il me paroit que cette réponſe eſt excellente ; ce ſera par-là que je finirai ma Phyſique générale. J'attens une de vos lettres, avant que de paſſer à la Phyſique céleſte. Vous ſçavez que vous êtes chargé de m'entretenir des points que je pourrois avoir omis. Je n'oublie pas que vous m'avez rendu ce ſervice pour la Logique ; j'eſpére que vous me le rendrez pour la Phyſique générale. Je ſuis &c.



RÉPONSE

Aux dix Lettres précédentes.

VOus avez eu raiſon de m'avertir, au commencement de cette troiſième Partie, Monſieur, qu'on pourroit appeller votre Phyſique générale une Phyſique Newto-Cartéſienne. Je ne ſçais lequel des deux vous a fourni plus de Principes de Deſcartes ou de Newton; & je vous avoue que je n'aurois jamais cru que l'on pût faire un *Tout* auſſi bien aſſorti des Penſées de deux Philoſophes qu'on avoit regardés juſqu'à préſent comme diamétralement oppoſés entr'eux. Il a été même un tems où j'ai regardé votre entrepriſe comme impoſſible. Mais je vois que j'ai eu tort; & s'il ne faut jamais juger d'un livre, avant que de l'avoir lû; il faut encore moins juger d'un Ouvrage, avant qu'il ait vû le jour. Oüi, Monſieur, je vous le répete avec complaiſance, votre Phyſique eſt une

Phyſique Newto-Cartéſienne. Les Régles du mouvement ſur leſquelles vous l'avez bâtie, appartiennent autant à Deſcartes, qu'à Newton ; votre *Plein ſenſible* eſt auſſi éloigné du vuide Newtonien, que du Plein Cartéſien : & ſi Deſcartes à un peu plus de part que Newton à l'explication phyſique de la dureté & du reſſort des corps ; ce dernier ſe trouve maître du champ de bataille, lorſqu'il s'agit d'expliquer le grand phénoméne de la Gravité. Mais ce qui m'a charmé dans votre Phyſique générale, c'eſt ce que vous y dites ſur la lumière & le feu. Non, je n'aurois jamais crû que l'attraction pût ſervir à former des tourbillons, & que l'on put avoir la lumière en même tems par *émiſſion* & par *percuſſion*. Le fait eſt vrai cependant ; & je défie qui que ce ſoit de lire votre cinquième & votre ſeptième lettre, ſans être obligé de convenir que votre ſiſtéme eſt au moins très raiſonnable. J'aurois voulu que vous euſſiez tâché de concilier nos deux Phyſiciens ſur les cauſes de la réfraction de la

lumière ; la chose ne me paroit pas impossible ; permettez-moi de faire cette tentative.

Newton attribue ce phénoméne à l'attraction mutuelle, comme nous l'avons dit dans sa vie littéraire (1) ; les Cartésiens fondés sur un texte assez obscur de Descartes (2), ont recours à la différence des pores que la lumière est obligée de traverser, lorsqu'elle passe d'un milieu dans un autre. Si la lumière, *disent-ils*, se réfracte en s'approchant de la perpendiculaire, lorsqu'elle se rend obliquement de l'air dans l'eau, c'est qu'elle trouve dans ce dernier fluide des pores beaucoup plus droits, que dans le premier. Cela supposé ; ne pourroit-on pas accorder à Newton que l'attraction est la cause physique de la réfraction de la lumière, mais aussi ne pourroit-on pas ajouter que les pores des différens milieux, sont des conditions sans lesquelles la réfraction ne se feroit pas

(1) pag. 299.

(2) Vie littéraire de Descartes pag. 361.

toujours ſuivant le réſultat que donnent les loix de la gravitation ? Eclairciſſons ceci par un exemple. Vous me demandez, Monſieur, pourquoi la lumière ſe réfracte en s'approchant de la ligne perpendiculaire, lorſqu'elle paſſe obliquement de l'air dans l'eau ; je n'héſite pas à vous répondre que l'eau attirant beaucoup plus la lumière, que ne le faiſoit l'air, lui communique un nouveau mouvement perpendiculaire ; mais je doute que cette réfraction fut auſſi conſidérable qu'elle l'eſt, ſi l'eau n'avoit pas des pores plus droits que l'air. Dans ce ſyſtéme, Newton auroit trouvé la cauſe de la réfraction de la lumière ; & Deſcartes qui nous en a donné les loix (1), nous auroit aſſigné les conditions néceſſaires pour que cette réfraction ſe fit ſuivant les régles. Voilà, Monſieur, tout ce que je voudrois ajouter à votre Phyſique générale. Je compte que la premiére lettre que je recevrai de vous, ſera ſur la Phyſique céleſte. Je l'attens avec tout l'empreſſement poſſible. Je ſuis &c.

(1) Tom. I. de cet Ouvrage. Pag. 333.



LIVRE TROISIÉME.

LETTRE PREMIÉRE.

Queſtions préambules à la Phyſique céleſte. Néceſſité des loix de Képler. Hypothéſe de Copernic prouvée par la ſeconde de ces loix. Mouvement des corps céleſtes. Leur Maſſe. Leur denſité. Cauſe des irrégularités dans les mouvemens de la Lune. Préceſſion des équinoxes. Éclipſes de Lune & de Soleil. Toutes ces queſtions ne ſont qu'indiquées dans cette lettre ; pourquoi ?

SÇavoir la Sphére, & connoître non-ſeulement les Planétes, mais encore la plûpart des Etoiles qui ſont viſibles ſur notre Horizon ; ce ſont-là plutôt, mon cher Chevalier, des notions préambules à la Phyſique céleſte, que la Phyſique céleſte elle-même. Le premier pas qu'il faut faire dans l'étude de cette ſcience, c'eſt d'en con-

noître les loix fondamentales, je veux dire, les deux fameuses loix de Képler, dont Newton nous a donné la démonstration la plus exacte. Vous comprenez que je ne vous en parlerai pas ici. La lettre que vous m'envoyâtes sur cette matière, & que j'ai cru devoir mettre à la tête du livre second de la vie littéraire de Newton (1), ne laisse rien a désirer sur un point de Physique aussi important. Vous ferez ensuite un second pas; ce sera de tirer de la seconde loi de Képler la néceffité ou nous sommes d'adopter l'arrangement de Copernic, je veux dire, de placer le Soleil au centre du monde, & la Terre entre Vénus & Mars dans une orbite qu'elle parcoure dans l'espace d'une année d'Occident en Orient (2). Sans cela, mon cher Chevalier; vous seriez obligé d'avouer que le Soleil seroit, tout au plus, éloigné de nous de cinq cent mille lieües. En voici la preuve la plus palpable.

Si, imitateur de Prolomée, ou de Ty-

(1) Tome II., pag. 114.

(2) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 237.

cho-Brahé, vous vous avisiez de placer la Terre au centre du monde ; à quoi vous engageriez-vous par-là ? A convenir que la Lune & le Soleil sont deux Astres qui tournent autour du globe que nous habitons, l'un en 1, & l'autre en 12 mois ; donc, *par la seconde loi Képler*, leurs distances au centre de ce globe seroient entre elles, comme les racines cubiques des quarrés de leurs tems périodiques ; donc vous seriez obligé d'adopter la proportion suivante ; la distance de la Lune au centre de la Terre : à la distance du Soleil au même centre : : la racine cubique du nombre 1 = 1 : à la racine cubique de 144 = 5 & un peu plus ; donc vous seriez obligé d'avouer que le Soleil n'est que 5 fois plus éloigné de nous, que la Lune. Mais la Lune n'est jamais éloignée de nous de cent mille lieües, puisqu'elle a environ un degré de parallaxe ; donc vous seriez obligé d'avouer que le Soleil est, tout au plus, éloigné de la Terre de cinq cent mille lieües. Je ne vous conseillerois pas de tenir un pareil langage à un

Astronome ; il vous démontreroit que cet Astre ayant 10 secondes de parallaxe, doit se trouver à plus de trente millions de lieües de la Terre. Vous en voyez la raison. Plus un Astre est éloigné de la Terre, moins il a de parallaxe ; donc autant que la Parallaxe du Soleil est inférieure à la parallaxe de la Lune, autant la distance de la Lune à la Terre est inférieure à la distance du Soleil au même globe ; donc 10 secondes : 3600 secondes :: 90000 lieües, distance de la Lune : 32, 400, 000 lieües, distance du Soleil ; donc le Soleil se trouve toujours à plus de trente millions de lieües de la Terre ; donc il ne tourne pas avec la Lune autour de la Terre ; donc les systémes de Ptolomée & de Tycho-brahé sont des systémes qu'un Physicien qui sçait les premiers Élémens de l'Astronomie, ne se résoudra jamais à embrasser.

A ces deux points d'Astronomie physique en succéde un troisième encore plus important que les deux premiers ; il consiste à expliquer le mouvement périodique des

des Planétes & des Cométes d'une manière méchanique. Je vous déclare, mon cher Chevalier, qu'en cette matière je renonce absolument à Descartes, pour suivre aveuglément Newton. Ne me parlez pas de tourbillon, je vous en conjure ; ne donnez aux Planétes & aux Cométes que deux forces, l'une centripéte & l'autre de projection ; en un mot adoptez, si vous voulez que les Sçavans vous écoutent, toutes les pensées de Newton que je vous ai développées dans les lettres 2, 3 & 6 du livre second de sa vie littéraire ; ce n'est que là que vous trouverez les véritables Principes de la Physique céleste.

Vous trouverez encore dans ces mêmes lettres les Principes nécessaires pour déterminer la masse & la densité du Soleil, les masses & les densités des Planétes autour desquelles on a découvert quelque Satellite, le mouvement de leurs Aphélies &c. ; ce sont-là des points qu'il n'est pas permis d'ignorer dans un siécle aussi éclairé que le notre.

Mais ce qu'il vous eſt encore moins permis d'ignorer depuis les grandes découvertes du Phyſicien Anglois, c'eſt la cauſe des irrégularités dans le mouvement elliptique de la Lune, & celle de la préceſſion des Equinoxes. Reliſez la quatrième lettre du livre ſecond de la vie littéraire de Newton; je crois les y avoir expoſées d'une manière aſſez intelligible. En un mot, mon cher Chevalier, diſpenſez-moi de vous parler de Phyſique céleſte; je vous en ai tracé le plan, & j'en ai diſcuté les points les plus eſſentiels dans le livre que je viens de vous citer. Vous avez ſans doute remarqué en liſant ce livre (1), que l'on ne pouvoit avoir des éclipſes de Soleil, que dans le tems de la nouvelle Lune, ou dans le tems de la *conjonction*, & des éclipſes de Lune, que dans le tems de l'*oppoſition*; ce n'eſt que dans le premier cas que la Lune peut empêcher la lumière du Soleil de parvenir juſqu'à la Terre; & ce n'eſt que dans le ſecond que la Terre peut empêcher à ſon tour

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 192.

que la Lune ne reçoive la lumière du Soleil. Vous avez aussi remarqué que l'inclinaison de l'orbite lunaire à l'écliptique, empêchoit que nous n'eussions chaque mois deux éclipses, l'une de Soleil & l'autre de Lune. Il doit être en effet très-rare que la Lune parcourant une orbite inclinée à l'écliptique de plus de 5 degrés, se trouve précisément sous le Soleil, ou sous la Terre. Le cas arrive cependant quelquefois ; & l'Astronomie nous fournit des méthodes pour annoncer ces sortes de phénoménes, long-tems avant qu'ils arrivent. Celle que donna M. de la Hire, au commencement de ce siécle, mérite d'avoir ici place ; elle sera la matière de la lettre suivante. En l'appliquant à la fameuse éclipse de Soleil que nous devons avoir, le premier Avril 1764, j'aurai soin de vous la présenter d'une manière moins énigmatique, que ne le fit le grand Astronome à qui nous la devons. Je suis, &c.

LETTRE SECONDE.

Méthode de M. de la Hire pour trouver les éclipſes de Soleil & de Lune. Explication détaillée de cette méthode.

PUiſque vous avez préſente à l'eſprit, mon cher Chevalier, la lettre quatrième du livre ſecond de la vie littéraire de Newton, vous comprenez que demander ſi une nouvelle Lune ſera accompagnée d'une éclipſe de Soleil, c'eſt demander ſi dans ce tems-là le Soleil & la Lune ſe trouveront ou ſous le même *nœud*, ou à-peu-près ſous le même *nœud*; & demander s'il y aura, dans le tems de l'oppoſition, une éclipſe de Lune, c'eſt demander ſi dans ce tems-là le Soleil ſe trouvera près d'un *nœud*, ou ſous un *nœud*, & la Lune près du *nœud*, ou ſous le *nœud* oppoſé. Avant que de vous donner la méthode dont je vous ai parlé dans ma dernière lettre, permettez-moi de faire les remarques ſuivantes.

1°. Une éclipse de Soleil n'est impossible, que lorsque le Soleil & la Lune sont éloignés du *Nœud* de plus de 16 degrés & 55 minutes, ou, ce qui revient au même, de plus de 4060 quarts de minutes.

2°. Pour que l'éclipse de Lune soit impossible, il faut que le Soleil soit éloigné du *Nœud* de plus de 11 degrés, 40 minutes, c'est-à-dire, de plus de 2800 quarts de minute. Il s'ensuit de-là qu'il n'y auroit pas éclipse de Lune à telle distance où il y a éclipse de Soleil. Je n'en suis pas surpris; le volume de la Terre étant environ 50 fois plus grand que le volume de la Lune, il est plus difficile à celle-ci de rencontrer l'ombre de la Terre, qu'à celle-là de rencontrer l'ombre de la Lune.

3°. Les Nœuds de l'orbite lunaire sont éloignés l'un de l'autre de 180 degrés, ou de 43200 quarts de minute.

4°. Lors de la nouvelle Lune du mois de Janvier 1701, le Soleil étoit éloigné du *Nœud* de 141 degrés, 12 minutes, 30 secondes, ou de 33890 quarts de minute; &

lors de la pleine Lune du même mois, il en étoit éloigné de 135 degrés, 31 minutes, 30 secondes, ou de 37326 quarts de minutes.

5°. Une lunaison moyenne contient 708 heures; donc pour trouver combien de lunaisons moyennes se sont écoulées depuis un tems donné, il faut réduire ce tems en heures, le diviser par 708, & le quotient vous donnera ce que vous cherchez. Je sçais, par exemple, que depuis le 8 Janvier 1701 jusqu'à la nouvelle Lune du 1 Avril 1764, il s'est écoulé 23093 jours, ou 554232 heures. Je divise 554232 par 708; & le quotient 782 me donne le nombre de lunaisons complétes qui se sont écoulées depuis le 8 Janvier 1701, jusqu'au 1 Avril 1764. Cette opération vous sera nécessaire pour calculer l'éclipse que je vous ai annoncée, à la fin de ma dernière lettre.

6°. A la fin d'une lunaison, le Soleil se trouve plus éloigné du *Nœud*, qu'il ne l'étoit au commencement, de 30 degrés, 40 minutes, 15 secondes, ou de 7361 quarts

de minute. Suppofons, par-exemple, qu'aujourd'hui le Soleil fe trouve avec la Lune au *Nœud afcendant ;* le Soleil, à la fin de cette lunaifon, c'eft-à-dire après 29 jours $\frac{1}{2}$, fera éloigné de ce nœud de 7361 quarts de minute. Vous n'en ferez pas furpris, mon cher Chevalier, fi vous vous rappellez que non-feulement le Soleil, en allant d'Occident en Orient, s'écarte du *Nœud afcendant*, mais qu'encore le *nœud afcendant*, par fon mouvement d'Orient en Occident s'écarte du Soleil (*).

Après ces notions préliminaires, je fuis perfuadé qu'il vous fera très aifé de comprendre le méchanifme de la méthode que nous donna au commencement de ce fiécle M. de la Hire, pour annoncer s'il y aura, ou s'il n'y aura pas éclipfe à telle, ou telle nouvelle, ou pleine Lune. Pour la rendre encore plus intelligible, je vais l'appliquer à l'éclipfe de Soleil que nous devons avoir le 1 Avril 1764.

1°. Cherchez les lunaifons complettes

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 199.

qui se sont écoulées depuis le 8 Janvier 1701, tems auquel M. de la Hire trouva sa méthode, jusqu'au 1 Avril 1764, tems de la nouvelle Lune proposée. Nous avons déjà vu (*num.* 5.), qu'il s'étoit écoulé 782 lunaisons complétes.

2°. Multipliez le nombre de ces lunaisons par 7361 quarts de minute, pour avoir tous les mouvemens qui se sont faits depuis le 8 Janvier 1701; vous aurez pour produit 5, 756, 302.

3°. Ajoutez à ce produit le nombre 33-890 qui marque des quarts de minute, & qui représente l'éloignement où le Soleil étoit du *Nœud*, le 8 Janvier 1701, tems où fut trouvée la méthode dont il s'agit; & vous aurez le nombre 5, 790, 192.

4°. Divisez 5790192 par 43200 quarts de minute, c'est-à-dire, divisez 5790192 par un nombre qui représente la distance qu'il y a entre le *Nœud ascendant* & le *Nœud descendant*; vous aurez pour quotient le nombre 134 que vous négligerez.

5°. Examinez ce qui vous reste après vo-

tre dernière division ; & comme il ne vous reste que 1392 quarts de minute, vous conclurez que le 1 Avril 1764, le Soleil ne sera éloigné du *nœud* que de 5 dégrés, 48 minutes. Nous aurons donc ce jour là une très-belle éclipse de soleil, parce que ce phénoméne n'est impossible, que lorsque cet Astre est éloigné du *nœud* de plus de 4060 quarts de minute = 16 degrés, 55 minutes.

5°. Si après la dernière division, vous n'aviez eu aucun reste, vous auriez conclu qu'alors le Soleil & la Lune se trouvoient à l'un des *nœuds*.

6°. Il y a encore éclipse, lorsque la différence entre le *Restant* après la dernière division, & le *Diviseur* 43200 ne surpasse pas 4060, parce qu'alors le soleil est nécessairement éloigné d'un des nœuds de moins de 16 degrés, 55 minutes.

7°. On trouve par la même méthode les éclipses de Lune. Il y a cependant 2 remarques à faire. La première, c'est que l'on ajoute 37326 quarts de minute au

produit que donne la multiplication de 7361 quarts de minute par le nombre de lunaisons complétes qui se sont écoulées depuis le 8 Janvier 1701, jusqu'au jour de la pleine Lune proposée. Je vous ai déjà fait remarquer dans cette lettre que, lors de la pleine Lune du mois de Janvier 1701, le Soleil étoit éloigné du *Nœud* de 155 degrés, 31 minutes, 30 secondes, ou de 37326 quarts de minute. Je vous ai encore fait remarquer qu'une éclipse de Lune est impossible, lorsque le Soleil est éloigné du *Nœud* de plus de 11 degrés, 40 minutes; c'est-à-dire, de plus de 2800 quarts de minute. Il faut donc faire dans les éclipses de Lune par rapport au nombre 2800, ce que l'on a fait dans les éclipses de Soleil par rapport au nombre 4060; & l'on sera sûr de trouver si la pleine Lune en question sera, ou ne sera pas accompagnée d'une éclipse.

Il m'a paru, mon cher Chevalier, qu'il manquoit à la Physique céleste que je vous ai donnée dans le livre second de la vie

littéraire de Newton, une méthode sûre, & infaillible de trouver les éclipses de Soleil & de Lune; celle de M. de la Hire est à la portée de tout Physicien, puisqu'elle ne suppose que les notions astronomiques les plus générales; aussi suis-je persuadé que personne ne sera tenté de la regarder comme un hors d'œuvre.

Puisque je suis sur l'article des éclipses, vous ne serezpas fâché, mon cher Chevalier, que je vous parle de l'occultation d'*Antarés*, annoncée dans la *connoissance des Mouvemens célestes pour l'année 1763, pag. 45*. Elle a été observée & calculée par les Pères Poczobut & Naruczewicz, Jésuites Polonois, que le Prince Czartoryski, grand Chancelier de Lithuanie & Protecteur décidé des Sciences, a envoyés lui-même en France, & qu'il honore d'une bienveillance particulière. C'est au Collége d'Avignon que ces Pères ont fait & calculé leur observation. La voici, telle qu'ils me l'ont communiquée; vous la verrez avec plaisir. Je n'ai eu à y corriger aucune faute, je ne

dis pas de calcul, ils en sont incapables ; & ils en sçavent plus que moi ; mais même de langage.

(Le 20 Juillet 1763, le Ciel étant serein, le tems calme, & l'horison extrémement bien dégagé de vapeurs, on regarda long-tems avec une lunette de 15 pieds le bord occidental de la Lune à peu près dans la région où *Antarés* devoit paroitre. Tout à coup sa lumière rougeâtre frappa l'œil de l'Observateur. Il parut près du bord entre le *Mare crisium* & le *Mare fœcunditatis*, ensorte que tirant du centre du disque lunaire par la petite tache *Firmicus*, une ligne droite, cette ligne ne se seroit pas beaucoup écartées d'*Antarés* ; Mais, faute d'instrumens, on n'a pas pu vérifier ce dernier point. Quand on l'apperçut, la pendule réglée sur le mouvement moyen du Soleil marquoit 5 *h*. 48′ 25″ soir.

Le Midi vrai, conclu par les hauteurs correspondantes, & corrigé étant

0 *h*. 2′. 57″, 26.

Le tems vrai de l'obſervation eſt

5 h. 45'. 27", 74.

Pour vérifier cette obſervation, c'eſt-à-dire, pour conſtater ſi l'Étoile fut apperçue au moment de ſa ſortie du diſque lunaire, ou ſi quelque tems auparavant elle en étoit déja ſortie, on ſe propoſa d'en chercher la plus courte diſtance au centre du diſque lunaire pour le tems de l'obſervation. Car ſi cette diſtance apparente, eſt égale au demi-diamétre de la Lune qui lui convient au tems de l'obſervation, il eſt évident qu'*Antarés* fût apperçu au moment de ſa ſortie. Pour en venir ſûrement à bout, on s'eſt ſervi de l'admirable méthode que vient de donner M. de Lalande dans la connoiſſance des Mouvemens céleſtes, pour l'année 1764, *pag.* 201. On ſuppoſe dans la figure Antarés en S, & la Lune en A.

Latitude auſtrale d'Antarés au tems de l'obſervation = 4°. 32'. 17", 9755.

Latitude auſtrale de la Lune au même tems = 3°. 45'. 14", 6125.

Leur différence = B S = 47'. 3", 363.

Longitude d'*Antarés* au tems de l'obſervation = 8ſ. 6°. 27'. 50", 22.

Longitude de la Lune au même tems = 8ſ 6°. 9'. 21", 7915.

Leur différence = 18'. 28", 4285.

La même différence diminuée, c'eſt-à-dire, priſe ſur un cercle tiré par l'étoile perpendiculairement au cercle de latitude = 18'. 24", 9524 = A B.

Ayant 2 côtés A B. B S d'un triangle rectangle en B, on en a trouvé l'hipothénuſe, ou l'arc de diſtance A S = 50'. 31", 551.

& l'angle A S B qu'on appelle angle de diſtance = 21°. 22′. 26″, 5.

L'angle parallactique P S Z compris entre le vertical d'*Antarès* Z S & le cercle de Latitude P S = 36°. 56′. 32″, 9928.

La différence de cet angle, & de l'angle A S B donne l'angle A S Z

= 15°. 34′. 6″, 4928.

Du point A abaiſſant la perpendiculaire A D, qu'on appelle différence vraie d'Azimuth ſur le vertical Z S, on a le triangle rectangle A D S, dans lequel ayant déja l'hipothénuſe A S & l'angle A S D, on a trouvé le côté S D = 48′. 40″, 6315, c'eſt-à-dire, la différence de hauteur vraie entre la Lune & Antarés, & le côté A D, ou différence d'Azimuth vrai

= 13′. 33″, 605.

La différence de hauteur vraie ajoutée à la hauteur d'Antarés, qu'on a trouvée pour le moment de l'obſervation = 12°. 5′. 15″, 197 donne la hauteur vraie ou réelle de la Lune = 12°. 53′. 55″, 8285.

Faiſant la différence des parallaxes horizontales de la Lune calculées par M. de Lalande pour les midis du 20 & du 21 de Juillet pour Paris, on trouve la parallaxe horizontale de la Lune pour le tems de l'obſervation $= 57'. 56''$.

Avec la parallaxe horizontale de la Lune, on trouve ſa parallaxe en hauteur $= DM = AL = 56'. 38'', 9421$.

Cette parallaxe retranchée de la hauteur vraie ou réelle de la Lune ci-deſſus trouvée, laiſſe ſa hauteur apparente $= 11^{\circ}. 57'. 16'', 8864$; & cette hauteur retranchée de la hauteur d'*Antarès* donne SM, où la différence apparente de hauteur entre la Lune & *Antarès* $= 7'. 58'', 3106$.

Du point M élevant la perpendiculaire, ou l'arc ML; cet arc ſera plus grand que l'arc AD trouvé ci-deſſus, à cauſe de la convergence au Zénith du vertical AL de la Lune & du vertical DM d'*Antarès*. La quantité dont on doit augmenter l'arc

A D pour avoir la valeur de M L eſt égale au produit de la parallaxe horizontale de la Lune réduite en ſecondes, multipliée par la Tangente de l'arc A D, & par le Sinus de la hauteur de la Lune. Elle a été trouvée $= 3''$, 061;

Donc M L $= 13'. 36''$, 666.

Ayant S M la différence apparente de hauteur entre la Lune & Antarés, & M L la différence apparente d'Azimuth, on a deux côtés d'un triangle rectangle; on en aura donc l'hypothénuſe L S (diſtance apparente la plus courte d'Antarés au centre de la Lune, au tems de l'obſervation) par l'analogie ſuivante; R : coſ. M L :: coſ. S M : coſ. L S.

Coſ. M L $= 13'. 36''$, 666 $=$ 9 · 99999, 65957, 4888.

Coſ. S M $= 7'. 58''$, 3106 $=$ 9 · 99999, 88321, 9359.

Coſ. L S $= 15'. 46''$, 4515 $=$ 9 · 99999, 54279, 4247.

La parallaxe horizontale de la Lune,

pour le tems de l'obſervation, ſuppoſée telle qu'on l'a trouvée ci-deſſus, on trouve le demi-diamétre qui lui convient au même tems $= 15'. 49'', 37$.

Son augmentation à raiſon de ſa hauteur ſur l'horizon étant $= 3'', 612$.

On a le demi-diamétre au tems de l'obſervation $= 15'. 52'', 982$.

Donc la diſtance apparente d'*Antarès* au centre de la Lune eſt plus petite de $6''$, 5305 que le demi-diamétre de la Lune.

Suppoſé l'exactitude d'un calcul qu'on a fait avec ſoin, cette différence vient de l'incertitude où l'on eſt ſur la quantité véritable de la parallaxe horizontale & du diamétre de la Lune. Si l'on compare la parallaxe horizontale calculée par M. de la Caille dans ſes éphémérides, & la parallaxe horizontale du même Aſtre calculée par M. de la Lande dans ſa connoiſſance des mouvemens céleſtes pour midi du 20 Juillet 1763, on trouve la différence de $22''$. Car la parallaxe horizontale priſe des éphémérides de M. l'Abbé de la Caille pour le

midi du 20 Juillet 1763 = 58′. 24″.

Et la parallaxe horizontale prise de la connoissance des mouvemens célestes pour le même tems = 58′. 2″. ensorte que la parallaxe moyenne entre ces deux sera = 58′. 13″.

Prenant cette parallaxe moyenne pour le midi du 20 Juillet 1763, on en a conclu la parallaxe horizontale pour le tems de l'observation = 58′. 7″, 0872, avec laquelle on a trouvé la parallaxe qui convient à la hauteur réelle de la Lune = 56′. 51″, 4507; de sorte que la hauteur apparente de la Lune a été, lors de l'observation = 11°. 57′. 4″, 3778.

Pour avoir encore plus exactement cette hauteur, l'on y ajoutera la différence des réfractions qui conviennent à la hauteur de la Lune & d'Antarés, auxquelles on n'a pas eu égard dans le calcul supérieur. Cette différence = 3″. D'où il résulte que la hauteur apparente de la Lune, lors de l'observation, a été = 11°. 57′. 7″, 3778.

De la hauteur d'Antarés qui a été =

12°. 5′. 15″, 197; retranchez, comme ci-dessus, la hauteur apparente de la Lune, vous aurez la différence apparente = M S = 8′. 7″, 8192; ML étant toujours = 13′. 36″, 666.

On fait enfin l'analogie suivante, comme ci-dessus, R : cos. ML : : cos. SM : cos. L S.

Cos. L M = 9 . 99999, 65957, 4888.

Cos. S M = 9 . 99999, 87852, 9496.

Cos. L S = 9 . 99999, 53810, 4384 = 15′. 51″, 3.

Prenant les petits arcs L M, M S pour des lignes droites, on pourra chercher L S par le 47[e] du 1 liv. d'Euclide, ou par la Trigonométrie rectiligne.

Le demi-diamétre horizontal de la Lune pris des éphémérides de M. l'Abbé de la Caille, étant pour le midi du 20 Juillet 1763 = 15′. 47″.

Et le demi-diamétre horizontal du même

Aſtre, pris de la connoiſſance des mouvemens céleſtes, étant pour le même tems = 15′. 51″.

On fera le demi-diamétre horizontal moyen = 15′. 49″.

Et on en conclura par le moyen des parallaxes horizontales immédiatement trouvées ci-deſſus, le demi diamétre horizontal pour le tems de l'obſervation = 15′. 47″: 4.

Ce demi-diamétre augmenté, à raiſon de la hauteur de la Lune, de 3″, 6; l'on aura le demi-diamétre qui convient à cette hauteur = 15′. 51″.

Enfin ce demi-diamêtre comparé avec L S, ne nous donne pour différence que 0″, 3; ce qui prouve que la diſtance apparente d'*Antarés* au centre de la Lune a été plus grande, que le demi-diamétre de cet Aſtre, de la différence trouvée.)

Avouez, mon cher Chevalier, qu'il faut avoir de grandes avances dans l'Aſtronomie & dans la ſcience du calcul, pour donner

un tel résultat. La Pologne qui n'a fait que prêter à la France ces deux observateurs attentifs, peut se glorifier d'avoir produit deux hommes qui marcheront sur les traces de l'immortel Copernic & du fameux Hévélius. Mais je m'apperçois que ma lettre est bien longue; nous en viendrons, lorsque vous le jugerez à propos, à la Physique terrestre; j'attens pour cela votre réponse. Je suis en attendant, &c.

RÉPONSE

Aux deux Lettres précédentes.

JE prévoyois, Monsieur, que vous seriez bientôt au bout de votre Physique céleste; vous vous étiez trop étendu sur celle de Newton, & vous y aviez trouvé trop peu de choses à réprendre, pour ne pas l'adopter presque aveuglément. Il y a cependant deux points dont il me paroit que vous auriez dû m'entretenir; le premier regarde la parallaxe des Astres,

& le second l'athmosphére du Soleil.

Je le sçais, un Physicien n'est pas obligé de sçavoir comment il faut s'y prendre pour trouver la parallaxe du Soleil, de la Lune, & des Planétes du premier & du second ordre ; il doit la demander aux Astronomes qui se servent, pour la déterminer avec toute l'exactitude possible, d'instrumens avec lesquels il est presque impossible de se tromper. Mais il doit sçavoir ce que l'on entend par *parallaxe* ; & voilà ce que vous n'avez pas expliqué. Je vous avoue que j'étois très-neuf en cette matière, & que pour comprendre la première de vos deux lettres, il m'a falu lire quelques livres élémentaires d'Astronomie.

Ainsi, pour que nos Lecteurs ne se trouvent pas dans le même embarras que moi, je veux l'avertir ici que la parallaxe doit être comptée parmi les illusions optiques ; c'est la différence qu'il y a entre l'endroit du Ciel où nous rapportons un Astre vû de dessus la surface de la Terre, & l'endroit où

nous le rapporterions, si nous l'observions du centre même du globe que nous habitons, supposé que ce globe fut diaphane. Je comprens maintenant que les Astronomes ont raison d'assurer que l'angle formé au centre d'un Astre par deux rayons, dont l'un est dirigé au centre de la Terre, & l'autre à sa surface, se nomme la parallaxe de cet Astre. Je comprens encore mieux que les Étoiles ne doivent avoir aucune parallaxe; éloignées de nous d'une distance presque infinie, elles nous paroitroient à la même place, soit qu'on les observât de dessus la surface, soit qu'on observât du centre même de la Terre; notre Globe vû des Étoiles, ou ne paroitroit pas, ou ne paroitroit qu'un point infiniment petit. Je comprens enfin que plus un Astre est éloigné, & plus petite doit être sa parallaxe. Vous êtes un peu libéral à l'égard de la Lune, M. de Lalande célébre Astronome, ne lui donne que 57 minutes, 3 secondes de parallaxe.

Le second point dont j'aurois voulu que vous

vous eussiez parlé dans votre Plan de Physique céleste, regarde l'athmosphére du Soleil. Je vous ai fait remarquer dans la vie littéraire de Newton (1), que ce Physicien n'étoit pas éloigné d'en admettre une autour de cet Astre. Vous-même vous lui en avez donné une dans votre Physique générale ; ne convenoit-il pas d'en dire ici deux mots ? J'avoue qu'en renvoyant votre lecteur à l'admirable Traité de l'Aurore boréale de M. de Mairan, vous le renvoyez à un Ouvrage qui apprend tout ce qu'on peut désirer en ce genre ; mais enfin tout le monde n'a pas le bonheur d'avoir ce livre à sa main ; & c'est parceque j'ai eu l'avantage de le lire, que je veux vous faire l'abrégé de ce qu'il dit sur l'athmosphére du Soleil. Ce que je vous citerai, sera tiré de la seconde édition que l'on fit de ce Traité, à l'Imprimerie royale, en l'année 1754; elle est augmentée d'un grand nombre d'éclaircissemens qui la rendent plus précieuse que la première.

[1] Pag. 77.

1°. La Lumière zodiacale, *dit M. de Mairan*, est une clarté, ou une blancheur, souvent assez semblable à celle de la voie lactée, que l'on apperçoit dans le Ciel en certain tems de l'année, après le coucher du Soleil, ou avant son lever, en forme de lance, ou de pyramide, le long du Zodiaque où elle est toujours renfermée par sa pointe & par son axe, appuyée obliquement sur l'horizon par sa base, découverte, décrite & ainsi nommée par feu M. Cassini (1).

2°. La lumière zodiacale n'est autre chose que l'athmosphére solaire, c'est-à-dire, qu'un fluide, ou une matière rare & ténue, lumineuse par elle-même, qui environne le globe de cet Astre, mais qui est en plus grande abondance & plus étendue autour de son Équateur, que par tout ailleurs. (2). Newton n'étoit pas éloigné de cette manière de penser, lui qui donne au Soleil & aux Étoiles une athmos-

(1) Pag. 3.

(2) Pag. 3.

phére qui les comprime, qui leur conserve leur chaleur, & qui empêche l'évaporation de leurs parties; *Annon Sol & Stellæ fixæ ingentes sunt globi .... quorum partes quidem ne in fumos abeant, facit .... ingens pondus, densitasque athmosphærarum, sibi circum circà incumbentium, & ingenti nisu undique comprimentium* &c. (3). Le poids des particules qui composent l'athmosphére solaire ne peut venir que de leur force centripéte vers le Soleil.

3°. Plusieurs des circonstances qui ont été cause qu'on a connu si tard la lumière zodiacale, ou qui l'ont fait confondre avec quelques autres apparences célestes, peuvent encore souvent nous empêcher de l'appercevoir, ou de la démêler d'avec d'autres objets. Sa position oblique & peu éloignée du plan de l'écliptiqne, ne nous permet guères de la voir distinctement, & assez élevée sur l'horizon, que quelque tems après le coucher du Soleil vers la fin de l'hiver & dans le printems, ou avant

(3) Question 11 d'Optique.

le lever en automne, & vers le commencement de l'hiver. Il eſt rare qu'on la voie commodément en d'autres tems, & plus rare encore qu'on puiſſe l'obſerver le ſoir & le matin en un même jour. Un crépuſcule trop fort l'empêche de ſe montrer, & un trop grand clair de Lune la fait diſparoitre. (1).

4°. La Lumière Zodiacale, effet viſible de l'athmoſphére ſolaire, a été obſervée de tout tems. Les Anciens la confondoient avec les phénoménes qu'ils appelloient *poutres, cone de lumière, pyramide &c.* (2)

5°. Il n'y a qu'un Sphéroïde applati & de forme lenticulaire qui, étant toujours vû de profil & par ſon tranchant, puiſſe toujours paroitre, ou être projeté ſous la forme d'un *fuſeau.* La lumière zodiacale, ou l'athmoſphére ſolaire étant donc toujours vûe de la Terre ſous cette figure à peu près, pendant toute la révolution annuelle du Globe terreſtre, il s'enſuit que ſa forme

(1) Pag. 11.
(2) Pag. 15.

ne sçauroit s'éloigner beaucoup de celle d'une lentille. On la voit étendue en manière de lance ou de pyramide plus ou moins pointue, toujours dirigée par sa base vers le corps du Soleil, & par sa pointe vers quelque étoile qui ne sort jamais du Zodiaque. C'est ainsi qu'elle paroit le soir dans le Printems & le matin en Automne, sa pointe orientale ou dirigée vers l'Orient se montrant le soir, & sa pointe occidentale le matin. (*).

6°. A en juger par les observations, & à rassembler toutes les circonstances qui les accompagnent, M. de Mairan a trouvé que la lumière zodiacale, lorsqu'elle a été apperçue, n'a jamais occupé guères moins de 50 ou 60 degrés de longueur depuis le Soleil jusqu'à sa pointe, & de 8 à 9 degrés de largeur à sa partie la plus claire, ou la plus proche de l'horizon. Il a trouvé de même que sa plus grande étendue apparente a été de 90, 95, 100 & 103 degrés de longueur, & de plus de 20 de-

(*) Pag. 10.

grés de largeur. Il conclut de-là que très-souvent l'athmoſphére ſolaire s'étend tout au moins juſqu'à l'orbite terreſtre (1).

7°. Les changemens qui arrivent dans l'athmoſphére ſolaire, ne doivent pas nous ſurprendre ; il regne dans cette athmoſphére une fermentation, un bouillonnement qui doivent, en la raréfiant, augmenter ſon volume de pluſieurs millions de lieües. L'atmoſphére de la Terre eſt ſujette aux plus grandes variations; pourquoi celle du Soleil en feroit-elle exempte ? (2).

8°. M. de Mairan a avancé (3) qu'une couche de l'athmoſphére ſolaire qui ne ſe trouve qu'à ſoixante mille lieües de la Terre, & qui par-là même eſt éloignée d'environ trente millions de lieües du Soleil, eſt plus attirée par la Terre, que par le Soleil. Cette aſſertion n'a rien de hazardé. La Maſſe du Soleil : à la maſſe de la

(1) Pag. 26 & 28.
(2) Pag. 31.
(3) Pag. 97.

Terre : : 207194 : 1 (1). Le quarré de 60,000 lieües eſt repréſenté par le nombre 3,600,000,000 ; & le quarré de 30,000,000 par le nombre 900,000,000,000,000. L'attraction paſſive d'un corps quelconque eſt proportionnelle à la Maſſe du corps attirant; diviſée par le quarré de la diſtance du corps attiré (2) ; donc l'attraction que le Soleil exerce ſur la couche dont nous parlons, eſt repréſentée par la fraction $\frac{207194}{900,000,000,000,000}$; & l'attraction que la Terre exerce ſur la même couche eſt exprimée par la fraction $\frac{1}{3,600,000,000}$. Mais la première de ces deux fractions donne évidemment une force moindre que la ſeconde ; donc une couche de l'athmoſphére ſolaire qui ſe trouve à ſoixante mille lieües de la Terre, & à trente millions de lieües du Soleil, eſt plus attirée par la Terre, que par le Soleil.

9°. M. de Mairan prétend donc (3)

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 148.

(2) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 137.

(3) Pag. 4 & 3.

que la matière qui compose l'athmosphére solaire venant à rencontrer les parties supérieures de notre air, en deçà des limites où la pesanteur universelle commence à agir avec plus de force vers le centre de la Terre, que vers le Soleil, tombe dans l'athmosphére terrestre à plus ou moins de profondeur, selon que sa pesanteur spécifique est plus ou moins grande, eu égard aux couches d'air qu'elle traverse, ou sur lesquelles elle se soutient; & c'est ce mélange qui produit ce phénoméne lumineux que nous appellons *Aurore boréale.* Nous lui donnons ce nom, parce qu'il a coutume de paroitre du côté de la partie boréale du Ciel, & que sa lumière, lorsqu'elle est proche de l'horizon, ressemble à celle du point du jour, ou à l'Aurore. Le même Auteur a démontré (*) que la fameuse Aurore boréale du 19 Octobre 1726 étoit à plus de 260 lieuës de la Terre. Ce qui prouve en général qu'elle étoit très-élevée, c'est qu'elle fut apperçue en même-tems à War-

(*) Pag. 60.

ſovie, à Moſcow, à Pétersbourg, à Rome, à Paris, à Naples, à Madrid, à Lisbonne & à Cadix. Il lui faloit au moins 260 lieuës de hauteur au deſſus de la ſurface de la Terre, pour être apperçue à la même heure, de tant d'endroits ſi éloignés les uns des autres. Mais enfin à quelque hauteur que ſoit l'Aurore boréale, il eſt évident que lorſqu'elle eſt une fois formée, elle ſe trouve dans l'athmoſphére terreſtre; ſans celà elle auroit un mouvement apparent d'Orient en Occident. Cette preuve eſt démonſtrative pour quiconque ſçait les premiers élémens de l'Optique & de l'Aſtronomie.

10. Dans le ſyſtéme de M. de Mairan, le phénoméne dont nous parlons, doit être polaire, c'eſt-à-dire, doit ſe ranger du côté du pôle boréal & du côté du côté méridional. La raiſon qu'en apporte ce grand Phyſicien eſt ſans replique. La partie de l'Athmoſphére terreſtre, *dit-il* (*), qui correſpond à la zone torride, a beau-

(*) Pag. 105.

coup plus de force centrifuge, qu'aucune autre partie de la même athmosphére ; donc la matière des Aurores boréales doit pénétrer plus difficilement l'air de la zone torride, que l'air des autres zones ; donc elle doit être renvoyée en partie vers le pôle boréal, & en partie vers le pôle méridional; donc l'Aurore boréale doit être pour nous un phénoméne polaire. Vous voyez, Monsieur, que je profite de la liberté que vous m'avez donnée, de vous dire ce qui me paroit manquer aux différens plans que vous me proposez : il faut vous rappeller, lorsque vous écrivez, que vos lecteurs n'ont pas lu les livres que vous leur citez. Ce qui vous paroit clair comme le jour, n'est souvent que trop obscur pour les autres. A parler en général, l'on ne sçauroit être trop clair, lorsqu'on traite quelque point de Mathématique ou de Physique. Votre Newton auroit eu grand besoin qu'un Ami lui répétat cette maxime. Je suis, &c.

LIVRE QUATRIÉME.

DE LA PHYSIQUE TERRESTRE.

LETTRE PREMIÉRE.

Division de la Physique terrestre en 3 parries. Enumération des Questions principales que contient chacune de ces parties.

UNe Physique terrestre compléte, mon cher Chevalier, doit se diviser en 3 Parties. Elles ont pour matière l'athmosphére terrestre, l'extérieur de la Terre, & son intérieur. Les Questions que présente la première Partie à des yeux physiciens, ne doivent être ni méprisées, ni négligées. Voici les principales. Quelle est la hauteur de l'athmosphére? Quelle est la nature & quelles sont les propriétés de l'air qu'elle contient? Comment se forment les Météores aëriens, aqueux & ignées? Qu'est-ce que l'arc-en ciel? Quelles sont les causes

accidentelles de la chaleur & du froid ?

La ſeconde Partie de la Phyſique terreſtre offre des queſtions encore plus variées & plus intéreſſantes que la première. Quelle eſt la figure de la Terre ? Qu'y a-t-il à remarquer ſur les eaux que l'on voit ſur ſa ſurface, ſoit que ces eaux ſoient douces ou ſalées, ſujettes ou non ſujettes au flux & au reflux ? Quel eſt le Principe des Machines dont les Hommes ont coutume de ſe ſervir ? Qu'eſt ce que les Plantes qui ſont le plus bel ornement du globe que nous habitons ? Que faut-il penſer des Animaux qui ne paroiſſent avoir été créés que pour nous ? Qu'eſt-ce enfin que l'homme pour qui la Terre a été tirée du néant ? Lorſque vous aurez approfondi, mon cher Chevalier, toutes ces queſtions, vous pourrez alors avouer que vous commencez à ſçavoir la Phyſique terreſtre.

Elle a cependant une troiſième Partie dont vous ne ferez au fait, qu'après des recherches infinies. Il ne s'agit rien moins que de connoitre la nature des principaux

Fossiles, parmi lesquels l'Aiman doit tenir un rang distingué. Il faut encore examiner la cause des tremblemens & des secousses dont notre Globe n'est que trop souvent agité.

Vous comprenez, mon cher Chevalier, que dans ce Plan de Physique terrestre que je viens de vous tracer, je n'ai pas dû considérer la Terre comme tournant chaque jour sur son axe, & chaque année autour du Soleil; j'avois déja discuté ce point dans le livre précédent; il seroit ici tout-à-fait déplacé. Descartes qui va pour l'ordinaire nous servir de guide, s'est bien gardé d'en parler dans la quatrième Partie de son Livre des Principes qu'il regardoit comme sa Physique terrestre. Je me rappelle très-bien le compte que vous m'en avez rendu (*); rappellez-vous à votre tour le mémoire que je vous envoyai sur les Météores, & l'Analyse que je vous fis du Traité de l'homme (**); tout cela vous sera né-

(*) Tom. I. de cet Ouvrage. Pag. 249.

(**) Même Tom. pag. 30 & pag. 81.

cessaire; vous sçavez que je n'aime pas les répétitions. Je suis, &c.

LETTRE SECONDE.

Nature de l'athmosphére terrestre. Pression qu'elle exerce sur la surface de la Terre. Pression qu'elle exerce sur le corps de l'homme. Différentes Méthodes dont on a coutume de se servir pour trouver la hauteur de l'atmosphère terrestre. Insuffisance de ces Méthodes. Hauteur connue de l'athmosphére.

ME demandez-vous, mon cher Chevalier, ce que j'entens par athmosphére terrestre? Je vous répondrai sans hésiter que le Créateur en tirant cette Terre du néant, l'a entourée d'un fluide qui participe à ses deux mouvemens, l'un diurne sur son axe, & l'autre périodique dans l'Ecliptique. A ce fluide auquel nous avons donné le nom d'*air*, se joignent des vapeurs & des exhalaisons qui s'élévent du

ſein même du globe que nous habitons, & qui ſervent non-ſeulement à la reſpiration, mais encore à la formation des Météores ignées & aqueux. Depuis que Deſcartes a démontré la gravité de l'air par l'expérience la plus ſenſible (*), & que Newton en a aſſigné la cauſe, en introduiſant dans la Méchanique ſes loix admirables de l'attraction mutuelle des corps, nous comprenons comment ce fluide a dû ſe ranger autour de la Terre, en forme d'athmoſphére, & comment il contribue à ſa dureté en exerçant ſur elle une véritable preſſion. C'eſt un fait conſtant que la force avec laquelle ſa ſurface totale eſt comprimée par le fluide qui l'environne, n'a pas d'autre expreſſion que le nombre 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000 de livres. En voici la démonſtration la plus rigoureuſe.

1°. La circonférence de l'équateur terreſtre eſt de 9000 lieuës, leſquelles réduites en pieds, a raiſon de 14000 pieds cha-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 102.

cune, donnent 126, 000, 000.

2°. Le diamétre de l'équateur terreſtré eſt d'environ 3000 lieuës = 42, 000, 000 pieds.

3°. La ſurface de la Terre eſt de 5, 292, 000, 000, 000, 000 pieds quarrés, parce qu'il eſt démontré dans tous les Élémens de Planimétrie qu'on a la ſurface d'une ſphére, en multipliant la circonférence d'un de ſes grands cercles par ſon diamétre.

4°. Puiſqu'une colonne d'air de la hauteur de l'athmoſphére, eſt en équilibre avec une colonne d'eau de 32 pieds ; il s'enſuit que le poids de l'athmoſphére ſur la ſurface de la Terre eſt égal au poids de 32 pieds cubes d'eau dont cette ſurface ſeroit couverte.

5°. Un pied cube d'eau péſe 64 livres ; donc une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur & d'un pied de baſe, en peſeroit 2048 ; donc une maſſe d'eau de 32 pieds de hauteur, & dont la baſe ſeroit égale à la ſurface de la Terre, en péſeroit 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000 : donc l'expreſſion de la force avec laquelle l'athmoſ-

phére comprime la furface de la Terre eſt 10, 838, 016, 000, 000, 000, 000 de livres.

Vous trouverez maintenant en badinant, mon cher Chevalier, la force avec laquelle l'athmoſphére terreſtre comprime le corps humain. Rappellez-vous ſeulement que la ſurface du corps humain contient environ 15 pieds quarrés. Multipliez donc 2048 par 15 ; le produit 30720 livres vous donnera ce que vous cherchez. Ce poids, quelque prodigieux qu'il ſoit, doit cependant vous paroitre inſenſible. Et comment voudriez-vous le ſentir ; les différentes colonnes dont l'air eſt compoſé, ne ſont elles pas en équilibre les unes avec les autres ? Un plongeur qui ſe proméne au fond de la mer, a ſur ſur la tête des millards & des millards de livres d'eau ; mais parce que les colonnes de ce fluide ſont dans un parfait équilibre, il en ſent infinimeut moins le poids, que s'il en portoit une ſeule livre ſéparée des eaux de la mèr. Cette réponſe tirée du fond même de l'hydroſtatique, me pa-

roit préférable aux deux autres que les Physiciens ont coutume de donner. Ils disent que nous ne devons pas sentir une pression à laquelle nous sommes accoutumés depuis notre entrée dans le monde ; ils ajoutent que l'air extérieur est en équilibre avec l'air qui se trouve dans l'intérieur du corps humain. Ces deux solutions ne sont pas dans le fond si méprisables ; mais lorsque j'ai le bonheur de trouver une réponse démonstrative, je fais très-peu de cas de toutes celles qu'on peut absolument ranger dans la classe des probables.

Venons-en maintenant, mon cher Chevalier, à la hauteur de l'athmosphére terrestre. Les Physiciens ont pensé pendant long-tems qu'elle n'avoit que 15 à 20 lieuës de hauteur. Voici les preuves sur lesquelles ils se fondent. En l'année 1676, *disent-ils* (*), il parut en quelques endroits d'Italie un Météore qui étoit aussi clair que la Lune dans son plein. M. Montanari, Professeur à

(*) Mémoires de la l'Académie des Sciences de Paris. Année 1713. pag. 64.

Bologne, en fit des obſervations, & les ayant comparées avec elles qui avoient été faites en d'autres endroits, il détermina la hauteur de ce Météore de 15 lieuës moyennes de France. M. de la Hire conclut de cette obſervation que c'eſt là la hauteur de l'athmoſphére terreſtre. Il me paroit qu'il auroit dû prouver auparavant que ce Météore étoit parvenu juſqu'à la dernière couche de notre athmoſphére; ſans cela ſon raiſonnement ne prouve rien.

Le même M. de la Hire prétend dans le Mémoire que je viens de citer, que le crépuſcule, ou le jour imparfait que nous avons quelque tems avant le lever, & quelque tems après le coucher du Soleil, ne donne pas plus de hauteur à l'atmoſphére, que le Météore dont je viens de parler. Pour comprendre ſon raiſonnement, il faut néceſſairement vous rappeller, mon cher Chevalier, que l'athmoſphére eſt l'unique cauſe de ce jour imparfait. En effet ſi la Terre n'étoit entourée d'aucun fluide, le lever du Soleil ne ſeroit précédé d'aucune Aurore, & ſon coucher ne ſeroit ſuivi d'au-

cun crépuscule ; mais puisqu'elle est entourée d'un fluide dont les couches diminuent en densité, à mesure qu'elles s'éloignent de nous, il est impossible que lorsque le Soleil ne sera pas bien enfoncé sous l'horizon, plusieurs rayons de lumière envoyés par cet Astre, ne rencontrent des couches assez denses pour les réfracter, & pour les déterminer par-là à se porter vers la Terre ; ou du moins ces rayons réfractés se rendront-ils dans des couches composées de particules capables de les réfléchir sur la surface de notre globe.

Les Astronomes conviennent que quand le Soleil est à 18 degrés au-dessous de l'horizon, on commence, ou l'on cesse devoir la première, ou la dernière lueur du crépuscule. M. de la Hire est parti de ce Principe ; & il a très-bien prouvé que la couche de l'athmosphére que rencontre un rayon du Soleil enfoncé sous l'horizon de 18 degrés, ne peut être éloignée de la Terre que de 34585 toises ; il conclut de-là que la hauteur de l'athmosphére est d'en-

viron 15 lieuës. M. de Mairan dans son Traité de l'Aurore boréale (*) ne paroit pas content de cette Méthode. *Les crépuscules*, dit-il, *nous donnent la hauteur des dernières couches d'un air assez dense, ou composé de particules assez grossières pour nous réfléchir sensiblement la lumière du Soleil : mais ils ne sçauroient nous rien apprendre de l'air ou de tel autre fluide qui est au-delà, & qui ne nous réfléchit plus une semblable lumière*, quoiqu'il fasse d'ailleurs partie de notre athmosphére.

Le Barométre nous donne une méthode encore moins sûre que celle des crépuscules, pour trouver la hauteur de la dernière couche du fluide qui entoure la Terre. Voici le fait. Lorsque, à la prière de Descartes (**). M. Pascal eut fait faire à M. du Périer son beau frère l'expérience du *Pui de Domme*, il trouva que le Mercure du Barométre placé au pied de la Montagne, s'élevoit de 3 pouces & 3 lignes plus

(*) Page 44.

(**) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 102.

haut, que le Mercure du Barométre placé au sommet de la même Montagne. Apparemment que M. Pascal sçavoit que le *Pui de Domme* a environ 468 toises de hauteur perpendiculaire; aussi conclut-il qu'une élévation perpendiculaire de 12 toises au-dessus de la surface de la Terre, produit dans le Barométre une élévation d'une ligne, & que l'on peut par le moyen de cet instrument météorologique, déterminer la hauteur perpendiculaire d'une Tour, d'un édifice, d'une montagne, &c.

Si l'athmosphére terrestre étoit composée de couches homogénes, & d'une égale densité, cette méthode seroit admirable; nous sçaurions, à n'en pouvoir douter, que sa dernière couche ne seroit éloignée, que de 4032 toises, puisque la plus grande hauteur du Barométre ne passe guères dans ce païs-ci 28 pouces. Mais la densité de l'air va tellement en diminuant, que Newton n'a pas craint d'avancer que ce fluide, à environ quinze cent lieuës de la surface de la Terre, doit être plus rare qu'ici bas en une raison

beaucoup plus grande que celle de tout l'espace renfermé dans l'orbe de Saturne à l'espace renfermé dans un globe d'un pouce de diamétre (*). Je ne prétends pas examiner ici s'il n'y a rien d'exagéré dans cette proposition ; je prétens seulement vous faire remarquer que s'il faut, aux environs de la Terre, une élévation perpendiculaire de 12 toises pour faire varier le barométre d'une ligne, peut-être une élévation perpendiculaire de douze mille toises ne le feroit pas varier d'une demi ligne, à quelques lieuës de la Terre. Comment le Barométre pourroit-il donner une méthode sûre & infaillible, pour trouver la hauteur de la dernière couche de l'athmosphére terrestre ? Ne nous flattons pas, mon cher Chevalier, de résoudre jamais ce probléme ; il y a long-tems que je l'ai rangé dans la classe des insolubles ; tout ce que nous pouvons assurer, c'est que l'athmosphére terrestre a plus de 260 lieuës de hauteur, puisque la fameuse aurore boréale de 1726 dont le

(*) Principes de la Philosophie, liv. 3. prop. 41.

ſiége eſt évidemment dans notre athmoſphére, étoit au moins à 260 lieuës de la Terre (*). Voilà tout ce que je ſçais ſur cette matière. Je ſuis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Deſcription de l'air. Phénoméne dont l'explication dépend de la gravité & du reſſort de ce fluide. L'Air conſidéré comme corps ſonore, & comme vehicule du ſon. Différentes manières dont on peut conſidérer le ſon.

DEſcartes veut, mon cher Chevalier, que l'air ſoit un fluide compoſé de parties irrégulières, très-déliées, à peu près ſemblables à de petites plumes, ou à de petits bouts de cordes (**). Cela peut être; mais je vous aſſure que je ne ferois pas un procès à quiconque regarderoit comme hazardée une pareille deſcription. Quoiqu'il en

(*) Voyez la fin du livre précédent.

(**) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 251.

en soit, l'air a deux qualités dont un Phycien ne sçauroit trop considérer les effets ; c'est un fluide très-grave & très-élastique ; très-grave, puisque dans le barométre il fait monter le mercure à 28 pouces, & dans les pompes aspirantes l'eau jusqu'à 32 pieds ; très-élastique, puisque comprimé il éléve l'eau à un hauteur prodigieuse, & qu'il pousse dans le fusil à vent plusieurs bales avec encore plus de force que ne le fait la poudre enflammée dans les fusils ordinaires. Les causes de la gravité & du ressort de l'air sont les mêmes que celles que je viens de vous assigner dans ma Physique générale pour la gravité & le ressort des corps considérés en général ; le plus ou le moins dépend des conditions que ces causes trouvent dans les corps qu'elles rendent graves, ou élastiques. Si je vous envoyois un Traité de Physique terrestre dans toutes les formes, je ne manquerois pas de vous mettre ici sous les yeux toutes les expériences que l'on a coutume de faire avec la Machine pneumatique, dont je vous ferois auparavant une

ample description ; vous verriez avec quelle facilité ces expériences s'expliquent par l'action d'un air grave & élastique dont les parties tendent sans cesse à se mettre en équilibre entre elles. Mais une pareille énumération seroit-elle supportable dans un Plan de Physique, & dans une occasion ou Descartes & Newton n'ont pas même pensé à se faire la guerre ? J'en viens donc à un point plus intéressant ; c'est le son ; il dépend évidemment du ressort de l'air.

Le son est encore une question, mon cher Chevalier, où Newton n'a pas même pensé à contredire Descartes. Ces deux Physiciens sont persuadés que ce n'est qu'un mouvement de *trémoussement* & de *frémissement* imprimé principalement aux parties insensibles des corps sonores ; la vûe d'une corde de violon qui rend du son, lorsqu'on la pince avec le doigt, & qu'on voit pendant ce tems-là dans une espèce de *tremblement*, leur a prouvé la justesse de cette définition. Ceux qui ne veulent laisser aucun doute sur cette matière dans l'esprit des lecteurs les

plus difficiles à être convaincus, ont coutume de rappeller l'expérience de M. de la Hire. Ce Physicien prit de petites pinces qu'il soutint par l'arc sur le bout de son doigt; il serra les extrémités des branches l'une contre l'autre vers le bas; il les lâcha subitement; les parties sensibles des pincettes frémirent très-sensiblement, sans donner presque aucun son. Il frappa ensuite les branches de ces mêmes pincettes avec un morceau de fer, & l'on entendit un son fort clair. Il conclut de-là que le son dépend sur-tout des vibrations imprimées aux parties insensibles des corps sonores.

L'Air considéré comme élastique, est donc un corps très-sonore; puisqu'il est très-capable de recevoir dans ses parties sensibles & insensibles ce mouvement de *trémoussement* & de *frémissement* qui produit le son; c'est encore le véhicule qui fait passer le son jusqu'à l'organe de l'oüie, puisque dans le récipient de la Machine pneumatique exactement purgé d'air, l'on n'entend pas les vibrations d'un pendule qu'on

voit néanmoins aller & revenir. Ce sont-là encore une fois, mon cher Chevalier, des questions sur lesquelles il n'y a pas deux sentimens en Physique, & sur lesquelles par conséquent je n'ai aucune conciliation à faire entre Descartes & Newton. Je me contenterai donc de vous dire que si vous voulez jamais parler du son en Physicien, vous devez le considérer dans l'organe qui le reçoit, dans le corps sonore qui le produit, & dans le milieu qui le transmet. Je suis, &c.

LETTRE QUATRIÉME.

Explication physique des Météores aëriens, aqueux, & ignées. Manière dont il faut expliquer l'arc-en-ciel. Causes accidentelles de la chaleur & du froid.

NOus sommes convenus, mon cher Chevalier, que nous ne répéterions pas dans ce dernier volume ce que nous aurions établi comme vrai dans quelqu'un

des deux volumes précédens. Je suppoſerai donc dans cette lettre, que vous avez préſent à l'eſprit le Mémoire que je vous envoyai autrefois ſur le Traité des Météores compoſé par Deſcartes en l'année 1637 (*a*). Deſcartes y parle très-bien des Météores aëriens, ou des vents. Je penſe comme lui que la dilatation des vapeurs & de l'air, occaſionnée par l'action du Soleil, doit être regardée comme la cauſe la plus générale des vents. Je crois auſſi que l'attraction y entre pour quelque choſe. Je m'explique; cette aſſertion a beſoin d'explication.

Le Soleil & la Lune mettent dans un très-grand mouvement les eaux de l'Océan par le flux & le reflux que ces deux Aſtres y excitent (*b*); ce mouvement de flux & de reflux eſt encore plus ſenſible dans l'athmoſphére terreſtre dont les parties ſont plus faciles à remuer, que les eaux de l'Océan, & dont les dernières couches ſont

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 30.
(*b*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 107.

beaucoup plus près de la Lune que ces mêmes eaux ; donc l'athmoſphére terreſtre doit être continuellement dans une très-grande agitation. Mais c'eſt l'attraction qui en eſt la cauſe ; donc l'attraction doit être regardée comme une des cauſes des vents. Voilà, mon cher Chevalier, une explication des Météores aëriens que je puis appeller *Newto-Cartéſienne* ; de deux cauſes que je vous ai apportées, l'une m'a été fournie par Deſcartes, & l'autre par Newton.

Il n'en ſera pas ainſi des Météores aqueux ; Newton n'a rien écrit ſur cette matière ; Deſcartes au contraire n'a dit que des choſes ingénieuſes, raiſonnables & au moins poſſibles [*a*] ; il vous ſera permis de le ſuivre, lorſque vous voudrez expliquer la formation de *Nues*, de la *Neige*, de la *Pluye*, de la *Grêle* & du *Serein*.

Son explication des Météores ignées a de très-bonnes choſes [*b*] ; ajoutez-y, pour la rendre parfaite, les nouveaux Principes

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 41.

(*b*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46.

que nous a fourni la Machine électrique ; je vous les ai expliqués, en vous rendant compte des pensées des Descartes sur les causes des Éclairs & des Tonnerres.

Il en est à peu près de même de son explication de l'arc-en-ciel [a] ; ajoutez à ce qu'il y a de bon dans celle de Descartes les nouvelles découvertes de Newton [b] ; & vous serez sur d'être applaudi de tout le monde.

Pour les causes accidentelles de la chaleur & du froid qui se trouvent dans l'athmosphére terrestre, il ne vous sera pas difficile d'en faire l'énumération. Rappellez-vous ce que vous a dit Descartes [c], en vous parlant de certains vents dont les uns sont toujours froids, & les autres toujours chauds. Si les premiers regnent dans telle Ville, & les seconds dans telle autre ; vous pourrez conclure que la température de l'air n'y est pas la même, fussent-elles

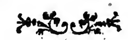
(a) Même Tome pag. 54.

(b) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 40.

(c) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 39.

ſous le même degré de latitude, c'eſt-à-dire, reçuſſent-elles les rayons ſolaires de la même manière. L'Hyver, par-exemple, eſt pour l'ordinaire plus rude à Avignon, que dans la Provence, parce que cette Ville eſt expoſée à un vent du Nord preſque continuel. S'il fait plus chaud à Rome, qu'à Pekin, c'eſt que l'athmoſphére de la dernière de ces deux villes eſt chargée de corpuſcules nitreux, très-propres de leur nature à retarder le mouvement de la matière ignée, que vous ſçavez être l'unique cauſe de la chaleur.

Je ne vois pas, mon cher Chevalier, ce que l'on peut indiquer de plus dans le plan de la première partie de la Phyſique terreſtre. En tout cas je ſuis tranquille ſur mes omiſſions; je ſçais que vous pouvez y ſuppléer. J'attens une de vos lettres, en attendant je ſuis, &c.



RÉPONSE

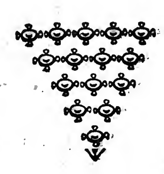
Aux quatre Lettres précédentes.

S'Il y a des omiſſions dans la première partie de votre Phyſique terreſtre, elles ſont bien légères, Monſieur. Il me paroit cependant que, dans votre troiſième lettre, vous auriez pû nous faire remarquer que l'air eſt le véhicule, non ſeulement du ſon direct, mais encore du ſon réfléchi. Vous auriez pû ajouter que, lorſque le ſon réfléchi ne vient à nos oreilles qu'aprés le ſon direct, il forme les écho qui, pris matériellement, conſiſtent dans des corps très-polis, capables de réfléchir l'air agité d'un mouvement de *trémouſſement* & de *frémiſſement*. Lorſque le corps réfléchiſſant n'eſt pas éloigné de nous, alors le ſon réfléchi ne fait que renforcer le ſon direct, avec lequel il ſe rend en même tems à l'organe de l'oüie.

Dans votre quatrième lettre vous n'avez

rien dit de la *Rosée*, des *Parélies*, des *Paraſélénes* & des *Halo*. Vous auriez dû nous avertir que les trois premiers Météores étoient expliqués dans la vie littéraire de Deſcartes (*a*), & le quatrième dans celle de Newton (*b*). Mais encore une fois ce ſont-là des omiſſions bien légères ; je ne les aurois pas ſûrement relevées, ſi vous ne m'aviez pas ordonné de vous écrire. Je ſuis, &c.

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46 & 64.
(*b*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 69 & ſuiv.



LETTRE CINQUIÉME.

Figure de la Terre. Rapport de l'axe de la Terre au diamètre de l'équateur. Expérience de M. Richer faite en Cayenne. Conséquence que l'on doit tirer de cette expérience. Observation par laquelle on démontre quelle est la veritable figure de la Terre. Comment la Terre a-t-elle pû se changer de sphérique en sphéroïde ? Expérience qui rend sensible cette vérité.

C'Est par l'examen de la figure de la Terre, mon cher Chevalier, que je dois commencer cette seconde Partie de la Physique terrestre. Je vous ai déja fait remarquer dans la vie littéraire de Newton (*) que ce Physicien avoit démontré par les loix des forces centrales que le globe que nous habitons, étoit un sphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers son équateur ; & que l'axe de ce globe : au diamé-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 359.

tre de son équateur : : 229 : 230 ; ce qui donne 12 à 13 lieuës au diamétre de l'équateur sur l'axe de la Terre. En effet 229 : 230 : : 2866 : 2878 $\frac{118}{229}$. Mais 2866 lieuës représentent la longueur de l'axe de la Terre ; donc 2878 lieuës & $\frac{118}{229}$ représenteront la longueur du diamétre de l'équateur terrestre ; donc ce diamétre a 12 à 13 lieuës de plus, que l'axe de la Terre.

Lorsqu'on veut prouver, mon cher Chevalier, que la Terre a la figure dont je viens de vous faire la description, l'on a coutume de faire mention de l'expérience que fit M. Richer en Cayenne, en l'année 1672. Vous sçavez que cette Isle est située à peu près au 5[e] degré de latitude, & qu'elle est par conséquent très-près de l'équateur. Voici l'expérience en question. M. Richer partit de Paris avec un excellent Pendule à secondes. Arrivé en Cayenne, il s'apperçut que ce Pendule retardoit considérablement, c'est-à-dire, qu'il décrivoit son arc beaucoup plus lentement qu'à Paris. Il conclut de-là que la gravité des corps

diminuoit, à mesure qu'ils s'approchoient de l'équateur. Rien n'est plus direct que cette conséquence. Tout le jeu du Pendule dépend de sa gravité. S'il tombe, c'est sa pesanteur qui le porte dans la ligne de direction des corps graves ; & s'il remonte à un point aussi haut que celui d'où il est descendu, c'est aux degrés d'accélération que lui a communiqués la force centripéte, qu'il doit ce mouvement ; donc le Pendule de M. Richer n'a décrit le même arc plus lentement en Cayenne, qu'à Paris, que parce que sa gravité a diminué dans un Païs plus près de l'équateur de 44 degrés, que la capitale de la France.

Ceux qui ont voulu prouver, par l'observation de M. Richer, que la Terre est un sphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur, ne me paroissent pas avoir apporté une preuve bien concluante de ce fait. La Terre fut-elle une sphére parfaite, un corps seroit moins grave sous l'équateur céleste, que par tout ailleurs, pourquoi? Parce que la Terre, supposée aussi parfaite-

ment ſphérique que vous le voudrez, ne peut pas tourner chaque jour ſur ſon axe d'Occident en Orient, ſans que tous les corps qui ſont placés ſur ſa ſurface, n'ayent le même mouvement ; donc un corps qui ſe trouve ſous l'équateur céleſte, parcourt tous les jours l'équateur terreſtre, c'eſt-à-dire, un cercle d'environ neuf mille lieuës de circuit, tandiſque les corps qui ſont hors de l'équateur, en parcourent un d'autant moindre, qu'ils ſont plus près des pôles ; donc les corps placés ſous l'équateur céleſte ont beaucoup plus de force centrifuge, que tous les autres. Mais une augmentation de force centrifuge annonce toujours une diminution de force centripéte ; donc les corps qui ſont ſous l'équateur céleſte, ont moins de force centripéte que les autres ; donc la gravité des corps va toujours en diminuant, à meſure qu'ils s'approchent de l'équateur ; donc l'obſervation de M. Richer ne prouve pas que la Terre ſoit un ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur ; elle prouve ſeule-

ment que la Terre tourne chaque jour ſur ſon axe d'Occident en Orient, & que tous les corps qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Terre, tournent avec elle en parcourant, ou l'équateur terreſtre qui a environ neuf mille lieuës de circuit, ou des cercles paralléles à ce même équateur, comme les Tropiques, les polaires terreſtres, &c. qui ſont d'autant plus petits, qu'ils ſont plus près du pôle boréal, ou du pôle méridional.

Quelle eſt donc l'obſervation qui prouve comme 2 & 2 font 4, que la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur ? La voici. En l'année 1734. partirent par l'ordre & aux frais de Louis XV, pour le Nord M. M. de Maupertuis, Clairaut, le Camus, le Monnier, l'Abbé Outhier & Celſius; & pour le Pérou M.M. Bouguer, de la Condamine & Godin. Des opérations que ces ſçavans Mathématiciens ont faites dans ces deux parties du monde, il réſulte que le degré du Méridien terreſtre eſt plus grand d'environ 1000 toi-

ſes du côté des pôles, que du côté de l'équateur, c'eſt-à-dire, qu'il faut faire environ 1000 toiſes de plus du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'élévation de l'Etoile polaire change d'un degré par rapport à un même obſervateur; donc la Terre eſt un ſphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers l'équateur. Cette conſéquence ne paroîtra pas directe à toute ſorte de perſonnes; je vais tâcher de la rendre ſenſible à ceux-là même qui n'auroient pas de grandes avances en Phyſique. Le mouvement par lequel l'Etoile polaire s'éléve, ou s'abbaiſſe par rapport à un homme qui s'approche, ou qui s'éloigne du pôle de la Terre, eſt un mouvement purement optique. Nous ne pouvons pas voyager ſur une ſurface convexe, ſans que les rayons viſuels dirigés vers l'Etoile polaire, ne perdent leur parallèliſme; & ces rayons viſuels ne peuvent pas perdre leur parallèliſme, ſans nous repréſenter l'Etoile polaire tantôt plus, tantôt moins élevée ſur notre horizon. Si la Terre étoit parfaitement ſphérique,

faudroit faire autant de chemin du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire changeât d'un degré; puifque la courbure de notre globe feroit par tout exactement la même. Si la Terre étoit parfaitement platte, quelque chemin que nous fiffions fur fa furface, l'Etoile polaire ne nous paroitroit pas changer de place. Donc s'il nous faut faire plus de chemin du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire change d'un degré, la Terre eft évidemment plus platte du côté des pôles, que du côté de l'équateur. Mais il eft maintenant décidé qu'il nous faut faire 1000 toifes de plus du côté des pôles, que du côté de l'équateur, pour que l'Etoile polaire change d'un degré; donc il eft décidé que la Terre eft un fphéroïde applati vers les pôles, & élevé vers l'équateur.

M. l'Abbé Nollet que vous fçavez être fait, mon cher Chevalier, pour rendre fenfibles les points de Phyfique les plus difficiles à faifir, explique ainfi comment la

Terre a dû se changer, de sphérique qu'elle a été d'abord, en sphéroïde applati vers les pôles & élevé vers l'équateur. Représentez-vous, *dit-il (a)*, la Terre au moment de la création, composée de parties également pesantes vers un centre quelconque, & assez fluides pour s'arranger en conséquence de cette pesanteur ; il est certain que tous ses rayons, pour être en équilibre, doivent être de même longueur, & que toutes leurs extrémités seront rangées dans la circonférence d'un cercle.

Mais si la Terre a reçu, au moment de sa création, un mouvement de rotation sur son axe, comme elle l'a reçu en effet, l'équilibre n'a pas pu subsister entre des rayons égaux : car alors la force centrifuge a détruit une partie de la pesanteur, & cette diminution a toujours été en augmentant du pôle à l'équateur, comme j'ai déja eu occasion de vous le faire remarquer. La matière qui compose notre globe, a donc dû, pour être en équilibre avec elle-même, s'é-

(a (Leçons physiques Tome II. pag. 150 & suiv.

ver de plus en plus depuis les pôles juſ-
ı'à l'équateur, & former un ſphéroïde éle-
vers l'équateur & applati vers les pôles.
Pour rendre ſon raiſonnement encore
us ſenſible, M. l'Abbé Nollet remplit de
ıille d'avoine un ſac de cuir de mouton,
ımpoſé de 12 fuſeaux ſemblables aux im-
·imés dont on couvre les globes qui re-
·éſentent le Ciel, ou la Terre. Il garnit
ſes deux pôles cette eſpèce de ſphère
:xible, de deux morceaux de bois percés
ıi gliſſoient ſur un axe de fer quarré,
ınt les deux extrémités étoient arrondies
ımme 2 pivots. Il imprima à ce globe un
ouvement de rotation. Ce mouvement lui
: perdre en peu de tems la figure ſphéri-
ıe, pour lui faire prendre celle d'un ſphé-
ıïde qui parut ſenſiblement applati vers
s póles, & élevé à l'équateur. Appli-
ıez à la Terre le réſultat de cette expé-
ence; & vous ſerez convaincu qu'il n'eſt
en de plus conforme aux loix de la Mé-
ıanique, que la figure que nous venons
: lui donner. Je ſuis, &c.

LETTRE SIXIÉME.

Loix d'hydrostatique qu'observent les fluides homogènes & hétérogènes qui se trouvent dans des tubes communiquants. Flux & reflux de la Mer. Origine de Fontaines.

TOutes les fois qu'un Physicien a à parler des eaux, il doit, mon cher Chevalier, partir de ce Principe que *des fluides qui se trouvent dans des tubes communiquants, tendent toujours à se mettre en équilibre, & s'y mettent en effet, lorsqu'il n'y a pas des obstacles capables d'empêcher que cette loi de Méchanique n'ait son effet plein & entier.* C'est en vertu de cette loi que l'eau parfaitement homogéne garde un parfait niveau dans deux tubes communiquants, quelque grand que soit le premier, & quelque petit que soit le second; je n'excepte de cette régle que les tubes capillaires, c'est-à-dire, les tubes dont le diamètre est à peu près semblable à celui d'un cheveu.

l'on fasse communiquer, par exemple, tube de 4 pouces avec un tube d'un uce de diamétre; ce ne sera pas seule :nt l'expérience, ce sera la raison qui apprendra que l'eau du petit tube doit e en équilibre avec l'eau du grand tube. 1 effet ces deux quantités d'eau doivent e en équilibre, si elles ont égale force; ais elles ont égale force; en voici la preu- . La force est le produit de la Masse & la vitesse actuelle ou dispositive; donc ux quantités qui ont leurs masses préci- nent en raison inverse de leurs vitesses spositives, ont égale force. Mais les deux antités d'eau dont il s'agit, ont leurs isses précisément en raison inverse de ırs vitesses dispositives, c'est-à-dire, au- ıt que l'eau contenue dans le tube de 4 uces de diamétre, l'emporte en masse sur au contenue dans le tube d'un pouce de ımétre; autant la vitesse dispositive de le-ci l'emporte sur la vitesse dispositive de le-là. Pour vous en convaincre, inclinez grand tube, & obligez une partie de

l'eau qu'il contient à passer dans le petit; vous verrez que tandisque l'eau, tirée de son état d'équilibre, s'abbaissera d'une très-petite quantité dans le grand tube, elle s'élévera d'une quantité très-considérable dans le petit; vous éprouverez même que l'abbaissement de l'eau contenue dans le grand tube: à l'élévation de l'eau contenue dans le petit:: la masse de l'eau qui s'éléve: à la masse de l'eau qui s'abbaisse. Mais l'abbaissement & l'élévation de ces deux quantités d'eau marquent leur vitesse; donc ces deux quantités d'eau ont leurs masses en raison inverse de leurs vitesses; donc elles ont égale force; donc elles doivent être en équilibre; donc dans deux tubes communiquants de différente capacité, une eau parfaitement homogéne doit garder un parfait niveau.

Pour les fluides hétérogénes, ou de différente densité, ils se mettent aussi bien en équilibre, que les fluides homogénes, lorsqu'ils se trouvent dans deux tubes communiquants; mais ils ne se mettent jamais de

eau, ou, pour mieux dire, c'eſt parce
'ils ſont dans l'équilibre le plus exact,
'on ne les voit jamais de niveau. Dans
ſortes d'occaſions la hauteur du fluide le
ıins denſe, l'emporte autant ſur la hau-
ır du fluide le plus denſe, que la denſité
celui-ci l'emporte ſur la denſité de celui-
Vous en voyez la raiſon, mon cher Cheva-
:; plus un fluide eſt denſe, & plus il con-
ıt de matière; donc, le mercure étant 13
ʒ plus denſe que l'eau, un pied cubique
mercure doit contenir 13 fois plus de
tière qu'un pied cubique d'eau; donc
pied cubique de mercure doit contenir
ant de matière, que 13 pieds cubiques
au; donc, à viteſſe égale, un pied cu-
ue de mercure doit ſe mettre en équili-
avec 13 pieds cubiques d'eau. Auſſi
ıs deux tubes communiquants égaux
t-on tous les jours l'eau s'élever 13 fois
s, que le mercure. Appliquez cette ré-
au Barométre, & vous ne ferez pas
ɔris d'y voir en équilibre une colonne
ır de la hauteur de l'athmoſphére terreſ-

tre avec une colonne de mercure de 27 à 28 pouces de hauteur. Je vous expliquerai dans la lettre ſuivante pourquoi les tubes capillaires ſont exceptés des régles que je viens de vous donner. Venons-en aux eaux qui ſe trouvent ſur la ſurface de la Terre.

Parmi ces eaux les unes ſont ſalées, & les autres douces. Celles-là forment les mers, & celles-ci les fleuves, les rivières & les fontaines. Les eaux ſalées préſentent le grand phénoméne du flux & du reflux. Je vous avertis, mon cher Chevalier, que je ſuis parfaitement Newtonien en cette matière. Je vous renvoye à la vie littéraire de Newton (*a*), où j'ai traité cette fameuſe queſtion avec toute l'étendue & tout le ſoin dont j'ai été capable. Pour ce qui regarde les eaux douces, ou, comme parlent les Phyſiciens, pour ce qui regarde l'origine des fontaines, je vous avouerai que je ne ſuis pas éloigné du ſentiment de Deſcartes; je vous l'ai expoſé dans ſa vie litté-

(*a*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 107.

ire (a). Je voudrois cependant y faire les rrections que je vous ai indiquées à cette ocsion (b). Vous y aurez égard, si vous le juz à propos ; si non, vous les rejetterez. Je en ferai pas moins toute ma vie, &c.

LETTRE SEPTIÉME.

ivers phénomènes que présentent les tuyaux capillaires. Insuffisance du systême Newtonien pour les expliquer. Explication tout-à-fait conforme aux Principes Cartésiens. Objections contre cette explication. Réponses à ces objections.

Xpliquer le méchanisme des tuyaux capillaires, c'est expliquer, mon cher ievalier, un point de physique qui a un pport essentiel avec la plûpart des effets de nature. Permettez-moi d'entrer ici dans e énumération qui ne sera pas déplacée. dans le corps humain le chile s'élève des

(a) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 255.
(b) Même Tome, pag. 266.

veines lactées jusques au cœur; si dans les arbres la séve monte depuis la racine jusqu'aux extrémités des plus hautes branches; si du sein des montagnes les eaux souterreines fournissent des sources abondantes à des sommets qui vont se perdre dans les nûes; si dans l'athmosphére terrestre nous voyons les vapeurs & les exhalaisons s'éloigner, malgré leur gravité, de plusieurs lieuës de la surface de la Terre &c.; c'est principalement aux tuyaux capillaires que nous devons attribuer tous ces prodiges. Aussi de tout tems les Physiciens ont-ils fait les plus grands efforts pour parler sur cette matière d'une manière raisonnable.

Dans ces derniers tems, les Newtoniens n'ont pas manqué de recourir à une loi d'attraction en raison inverse des cubes des distances. Plongez dans l'eau, *disent-ils*, un tuyau capillaire de verre; vous verrez l'eau s'y élever aussi-tôt au-dessus du niveau. Plongez ensuite le même tuyau dans le mercure; cette liqueur n'y montera que très-difficilement; & vous la verrez constam-

ment s'arrêter au-dessous du niveau de la surface qui environne le tube. Vous aurez le même effet dans un siphon composé de deux branches l'une capillaire, & l'autre non capillaire; l'eau s'élévera toujours plus haut, & le mercure toujours plus bas dans la première que dans la seconde. Voilà des faits; & voici comment les explique un Newtonien d'un vrai mérite (*a*). Le verre est plus dense que l'eau, & moins dense que le mercure; & l'attraction se fait en raison directe des masses, ou de la quantité de matière; donc le verre attire plus les particules d'eau qu'elles ne s'attirent entre-elles, & le contraire arrive dans le mercure; donc dans un tube capillaire de verre l'eau doit aller au-dessus, & le mercure au-dessous du niveau.

La première objection, qui se présente contre cette explication, est celle-ci. Dans 2 tubes communiquants de verre, non capillaires à la vérité, mais notablement différens, par exemple, dans 2 tubes dont

(*a*) Institutions Newtoniennes par M. l'Abbé Sygorgne, pag. 419.

l'un auroit 1000 pouces, & l'autre 1 pouce de diamétre, le verre feroit plus denfe, que l'eau, & moins denfe que le mercure; donc dans ces 2 tubes les fluides ne devroient pas garder un parfait niveau; ce que nous ne voyons jamais arriver.

Mais nous avons des objections bien plus fortes, des faits encore plus frappants qui dépofent contre cette manière d'expliquer le méchanifme des tuyaux capillaires. Ils font tirés d'une excellente differtation que donna fur cette matière, en l'année 1754, le P. Gerdil, Barnabite. Je m'attache aux principaux.

Si l'afcenfion de l'eau & la defcente du mercure dans un tuyau capillaire de verre, *dit-il*, procédent de la fupériorité de l'attraction du verre fur celle de l'eau, & de l'attraction du mercure fur celle du verre; il n'y aura qu'à plonger dans le mercure un tuyau, dont l'intenfité de l'attraction foit plus grande que celle du mercure, & alors on verra ce fluide monter dans ce tuyau, comme l'eau monte dans le verre.

Le P. Gerdil fit donc faire deux tuyaux capillaires d'or, l'un d'une demie, l'autre d'un tiers de ligne de diamétre. Il les enfonça dans le mercure, jusqu'à ce que leur orifice supérieur fut presque de niveau avec la surface de la liqueur. Il les tint fort long-tems dans cette situation, attendant toujours que le mercure montant par le tuyau, vint se présenter à son orifice supérieur ; mais il s'arrêta considérablement au-dessous, & plus bas dans le tuyau plus étroit ; ce qu'il reconnut en introduisant un fil d'archal délié pour en mesurer la différence.

Cependant, *continue le P. Gerdil*, la densité de l'or est à la densité du mercure, à peu près dans la raison de 19 à 14 ; donc si l'eau monte avec beaucoup de vitesse dans un tube de verre, par un effet de la supériorité de l'attraction du verre sur celle de l'eau ; si par cette raison elle monte d'autant plus haut, que le tube est plus étroit ; le mercure devroit aussi monter de lui-même dans un tuyau capillaire d'or,

en vertu de la plus grande intensité de l'attraction de l'or ; y monter avec une vitesse proportionnelle à l'excès de cette intensité, c'est-à-dire, quatre ou cinq fois seulement environ moindre que celle de l'eau ; & enfin monter d'autant plus haut que le tuyau seroit plus étroit. Ce sont-là des conséquences du Principe de l'attraction. Or l'expérience nous apprend que cela n'arrive pas ; donc l'expérience nous apprend que l'attraction n'a point de part aux effets des tuyaux capillaires.

Ces deux faits devroient suffire pour détromper ces Newtoniens outrés qui s'imaginent voir par-tout des marques d'attraction. Le raisonnement suivant a fait cependant plus d'impression sur mon esprit ; le voici. C'est une folie en Physique d'en venir à des loix générales pour expliquer un effet quelconque, lorsqu'il n'est pas démontré que cet effet ne dépend d'aucune cause seconde, immédiate & méchanique ; or il n'est pas démontré que les phénoménes des tuyaux capillaires ne dépendent

d'aucune cause seconde, immédiate & méchanique. La preuve en sera tirée de l'explication suivante. Je suis sûr, mon cher Chevalier, que vous ne la rejetterez pas; elle est toute Cartésienne.

1°. Dans un même tuyau capillaire différens fluides s'y élévent d'autant plus, ou d'autant moins, qu'ils ont plus ou moins de viscosité. Ce que je vous ai déjà dit du mercure qui dans un tuyau capillaire n'atteint pas même le niveau, devroit suffire pour établir ce principe. J'ai cependant à vous rapporter une expérience pour le moins aussi décisive. J'ai plongé le même tuyau capillaire, à égale profondeur, tantôt dans l'eau, & tantôt dans l'esprit de vin; & j'ai toujours éprouvé que le dernier de ces deux fluides s'y élevoit sensiblement moins que le second. Je ne crois pas que vous vous fassiez une peine de m'avouer que les molécules qui composent l'esprit de vin, ont moins de viscosité que celles qui composent l'eau. Donc dans un même tuyau capillaire différens

fluides s'y élévent d'autant plus, ou d'autant moins, qu'ils ont plus ou moins de viſcoſité.

2°. Les parois intérieures des tubes capillaires ſont hériſſées d'un nombre innombrable d'éminences, ou, comme parlent les Phyſiciens, d'*aſpérités*. Le P. Gerdil graiſſa avec de l'huile d'olive un ſiphon compoſé de 2 branches, l'une capillaire, & l'autre non capillaire. Il y verſa du mercure par la branche la plus large; la liqueur s'éleva beaucoup plus haut dans la branche capillaire, que lorſqu'il s'étoit ſervi du ſiphon net; peu s'en fallut même qu'elle n'atteignit le niveau. Il croit qu'elle y ſeroit parvenue, ſi le mercure, en montant, n'avoit en partie dégraiſſé le tube. Cette expérience prouve évidemment que les *aſpérités* du verre ont diſparu par le moyen de l'huile dont on l'a enduit. Elle prouve encore que ces *aſpérités* oppoſent un très grand obſtacle à l'aſcenſion des liqueurs qui ont peu, ou point de viſcoſité; car pour celles qui en ont beau-

coup, elles se servent de ces mêmes aspérités, comme d'autant d'échelons, pour s'élever au dessus de leur niveau. Mais ce sont-là, mon cher Chevalier, de pures conditions ; il nous faut une, ou plusieurs causes physiques capables de produire une élévation qui paroit d'abord si opposée aux loix de la Méchanique ; c'est-là ce que je vais chercher avec tout le soin dont je puis être capable.

Je prens un tube capillaire ouvert des deux côtés ; j'enfonce une de ses extrémités dans un gobelet rempli d'eau : je m'apperçois qu'à l'instant l'eau s'y insinue, & qu'elle passe très sensiblement le niveau. Quelle cause se présente d'abord à mon esprit ? L'air, *me dis-je à moi-même*, gravite très facilement sur la surface de l'eau contenue dans le gobelet, vers le fond duquel il la presse avec toute la force que lui donnent son ressort & sa gravité ; ce même air au contraire n'a presque plus de force, lorsqu'il arrive à la surface de l'eau contenue dans le tube capillaire ; il a été

exposé, avant que d'y arriver, aux frottemens les plus considérables; donc l'eau doit beaucoup plus s'élever dans le tube capillaire, que dans le gobelet.

Ce qui me confirme dans ma conjecture, c'est que plus un tube est capillaire, & plus le fluide qu'on y introduit, s'y éléve. L'eau, par-exemple, s'élève une fois plus dans un tube d'une ligne, que dans un tube de 2 lignes de diamétre, ou, comme parlent les Physiciens, l'ascension d'un fluide quelconque dans différens tubes capillaires, est en raison inverse des diamétres des tubes. Or l'air a une fois plus de peine à entrer dans un tube d'une ligne, que dans un tube de 2 lignes de diamétre; donc c'est la pression inégale de deux colonnes d'air, dont l'une gravite sur la surface de l'eau contenue dans le grand, & l'autre sur la surface de l'eau contenue dans le petit tube, qu'il faut regarder comme la cause principale des phénoménes embarrassans que nous présentent les tuyaux capillaires.

Je suis au fait, mon cher Chevalier,

de toutes les objections qu'on a proposées contre l'explication que je viens de vous apporter. Permettez-moi de vous présenter les principales; je vous promets de ne pas les affoiblir: vous verrez si elles sont insolubles.

On dit d'abord que, dans ce systéme, le fluide devroit monter d'autant plus haut, que le tuyau capillaire seroit plus long. Voici comment on a coutume de proposer cette objection. L'on prend 2 tuyaux capillaires d'un égal diamétre & d'une longueur différente; le premier a, par exemple, 2, & le second 8 pieds de longueur. On les enfonce également dans la même eau; & l'on voit ce fluide s'élever à la même hauteur dans l'un & dans l'autre. Il paroit cependant que l'eau devroit monter plus haut dans le tube le plus long; l'air y éprouve beaucoup plus de frottements, que dans le tube le plus court; donc l'inégale pression de deux colonnes d'air n'est dans le fond qu'une cause imaginaire.

J'ai vû cette difficulté ressassée dans beau-

coup de livres de Physique. Le P. Gerdil n'a pas osé assurer, que les liquides montassent plus haut dans les longs tuyaux capillaires, que dans ceux qui sont courts ; il s'est contenté de l'insinuer (*a*). C'est là cependant l'unique réponse qu'il faille apporter. Le fait que nous objectent les Attractionnaires, est absolument faux.

Le fameux Muschembroek qu'on n'accusera pas d'être Anti-Newtonien, avoue (*b*) que *les liquides montent beaucoup plus haut dans les longs tuyaux capillaires, que dans ceux qui sont courts*. Il n'est pas le seul que l'expérience ait forcé à faire un pareil aveu.

La seconde difficulté mérite une plus grande discussion. M. Sygorgne la propose en cette manière (*c*). Si l'air pressoit moins la liqueur contenue dans le tube capillaire, que celle qui remplit le vase, où le tube est plongé, les choses ne devroient pas se passer dans le récipient de la machine pneumati-

(*a*) Pag. 203.

(*b*) Essai de Physique, Tom. I. pag. 326.

(*c*) Institutions Newtoniennes, pag. 412.

tique, exactement purgé d'air, comme dans l'air. Or l'expérience nous apprend le contraire ; les liqueurs ne montent ni plus, ni moins haut dans les tuyaux capillaires, sous le récipient de la machine de Boile, que dans l'air ; donc l'inégale pression de deux colonnes d'air ne peut pas servir à expliquer les phénoménes des tuyaux capillaires.

Cette difficulté est dans le fond plus effrayante que solide. S'il y avoit un vuide parfait dans le récipient de la machine pneumatique, je comprens qu'il seroit difficile, pour ne pas dire impossible, d'y répondre d'une manière satisfaisante. Mais le mercure du barométre qui se soutient toujours à quelques lignes de hauteur dans le récipient le plus exactement purgé d'air ; les vibrations des corps sonores qui ne font que s'affoiblir dans le même récipient, sans cesser de faire sur notre tympan une impression très-sensible &c. ; tout cela nous prouve que, dans le vuide de Boile, il reste deux colonnes d'un air raréfié, mais cependant grave & élastique, qui doivent,

au défaut de l'air groſſier, cauſer tous les phénoménes des tubes capillaires.

Vous me direz peut-être, mon cher Chevalier, que cet air raréfié doit s'inſinuer très-facilement dans le tuyau le plus capillaire que l'on puiſſe imaginer, & que par conſéquent la preſſion exercée ſur l'eau contenue dans le vaſe doit être exactement égale à la preſſion exercée ſur l'eau renfermée dans le tuyau.

Vous ne vous attendez pas ſurement à la réponſe que je vais vous donner. Je vous prie de ne pas la condamner, avant que de l'avoir examinée à tête repoſée. Oui, je ſuis perſuadé que l'air raréfié dans le récipient de la machine pneumatique, a encore plus de peine, que l'air ordinaire à pénétrer dans l'intérieur des tuyaux capillaires. Pourquoi ? parce que l'air raréfié eſt un fluide dont les parties, pour la plûpart rameuſes, occupent un plus grand eſpace, que celui qu'elles occupoient avant leur raréfaction ; donc la preſſion inégale de deux colonnes d'un air très-raréfié peut & doit avoir lieu dans le vuide de Boile.

M. L'Abbé Sygorgne fait encore grand fond sur la difficulté suivante. On a obſervé, *dit-il* (*), que le vin & l'eſprit de vin, quoique plus légers que l'eau, s'élévent pourtant moins qu'elle, & que leurs hauteurs ſont reſpectivement comme 7, 4 & 12, c'eſt-à-dire, que la hauteur de l'eau : à la hauteur de l'eſprit de vin :: 12 : 4, & :: 12 : 7, lorſqu'il s'agit du vin. Or, *continue-t-il*, ſi l'aſcenſion des liqueurs dans les tuyaux capillaires, venoit de l'inégale preſſion de l'athmoſphére, il paroit que les liqueurs les plus légères devroient s'élever à des hauteurs plus grandes, & le mercure qui ne s'éléve jamais juſqu'au niveau, s'éléveroit néceſſairement un peu au-deſſus, ſi une inégale preſſion d'un fluide quelconque avoit lieu ici.

J'ai prévu cette difficulté, mon cher Chevalier, avant que de vous parler de preſſion inégale. Je vous ai fait remarquer, après avoir réfuté le ſyſtéme des Attractionnaires, que les parois intérieures des tuyaux

(*) Inſtitutions Newtoniennes, pag. 419.

capillaires étoient hérissées d'un nombre innombrable d'*asperités* qui étoient pour les fluides visqueux, comme autant d'échelons, à l'aide desquels on les voyoit s'élever au dessus du niveau, & qui se changeoient en véritables obstacles pour les fluides non visqueux. Je vous ai encore fait remarquer que l'esprit de vin avoit moins de viscosité que l'eau ; donc l'esprit de vin doit moins s'élever que l'eau dans les tubes capillaires.

Au reste la viscosité dont je parle, ne doit être ni trop grande, ni trop petite. Si le fluide étoit trop visqueux, ses molécules auroient trop de peine à se détacher des échelons inférieurs, pour passer aux échelons supérieurs ; s'il ne l'étoit pas assez, ses molécules ne pourroient s'accrocher à aucun des échelons, qui opposeroient par-là même un obstacle très-réel à leur ascension dans l'intérieur des tuyaux capillaires. Aussi, dans ces sortes de tubes, le mercure, le moins visqueux & le plus pesant de tous les fluides, demeure-t-il bien au-dessous du niveau ; & l'huile qui forme un fluide très-

léger, mais trop visqueux, n'est pas celui qui s'y éléve le plus. M. Carré a observé que dans un tube d'un $\frac{1}{3}$ de ligne de diamétre & de 12 pouces $\frac{1}{2}$ de long, où l'eau ordinaire passoit le niveau de 10 lignes, l'huile d'olive ne le passoit, que de 5 (*). Voici la Table qu'il a dressée ; elle renferme les principales observations qu'il a faites sur les tuyaux capillaires.

L'eau	10 lignes.
La lessive de sel de Tartre	6 lignes.
L'huile d'Olive	5 lignes.
L'huile de térébenthine . . .	4 lignes.
L'esprit de nitre	4 lignes.
Le Brandevin	3 lign. $\frac{1}{2}$

M. Muschembroek en a dressé une un peu plus ample. Il nous raconte (*a*) qu'il fit du verre jaune avec de la mine & du cailloux ; qu'il en souffla des tuyaux capillaires, & qu'il fit les expériences suivantes

(*) Essai de Physique de Muschembroek; Tom. I. pag. 330.

(*a*) Même Tome & même page.

avec un de ces tuyaux dont la longueur étoit de 7 pouces, & le diamétre $\frac{1}{50}$ de pouce.

L'eau monta à 13 lignes $\frac{1}{2}$.

L'urine d'homme récente à 13.

L'esprit de sel ammoniac à 12.

L'esprit de sel marin à 9.

L'huile de vitriol à $8\frac{1}{2}$.

Le vin rouge à $8\frac{1}{2}$.

L'huile de térébenthine à 7.

L'alkool à 6.

La lessive de sel de tartre à 5.

M. l'Abbé Sygorgne oppose encore aux Défenseurs du sentiment de l'inégale pression une expérience de M. Bulfinger (*). La voici. Ce Physicien allongea en tube capillaire la cuvette d'un barométre. Le vif argent se tint dans le tube à la hauteur ordinaire, & il suivit dans la suite, comme les autres barométres, toutes les variations de l'athmosphére. M. Sygorgne conclut de-là que l'air pénétre aussi facilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que

(*) Institutions Newtoniennes, pag. 420.

dans l'intérieur des tubes ordinaires, & que l'inégale pression est une pure imagination.

Personne ne fait plus de cas que moi des *Institutions Newtoniennes* de M. Sygorgne. Je les regarde comme un des ouvrages qui ont le plus servi à inspirer aux François le goût de la Physique sçavante. Son Auteur cependant me permettra bien de lui dire que l'expérience de M. Bulfinger fait plutôt pour, que contre le sentiment de l'inégale pression. En effet l'instant après que M. Bulfinger eût allongé en tube capillaire la cuvette de son barométre, l'air qu'elle contenoit, se trouva dans un parfait équilibre avec l'air de l'athmosphére, avec lequel il continua d'avoir une communication très-réelle, quoique par un canal très-étroit; donc ces deux fluides ont dû dans la suite se maintenir en équilibre; donc l'air contenu dans la cuvette a du participer peu à peu aux variations de l'athmosphére; donc le mercure du barométre a du suivre les mêmes va-

riations. M. Bulfinger ne dit pas que le barométre en queſtion les ait ſuivies auſſitôt que les barométres ordinaires ; il s'en eſt bien gardé : il étoit incapable d'avancer une fauſſeté ; & voilà cependant ce qui auroit du arriver, s'il étoit vrai que l'air pénétrât auſſi facilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que dans l'intérieur des tubes ordinaires. La lenteur avec laquelle un barométre dont la cuvette a été allongée en tube capillaire, ſuit les variations de l'athmoſphére, me démontre évidemment que l'air pénétre beaucoup plus difficilement dans l'intérieur des tubes capillaires, que dans l'intérieur des tubes ordinaires.

Une expérience de Muſchembroek m'a plus embarraſſé, mon cher Chevalier, que toutes celles que je vous ai rapportées juſqu'à préſent. M. Sygorgne raconte (*) que ce Phyſicien laiſſa tomber une goute d'eau ſur la ſurface extérieure d'un tuyau capillaire ; que cette goute trop peſante

(*) Inſtitutions Newtoniennes, pag. 421.

pour être ſoutenue, deſcendit tout le long du tube, & parvint enfin à ſon orifice; qu'alors elle acquit un mouvement rétrograde, & qu'elle monta dans le tube avec beaucoup de vîteſſe. L'expérience eſt sûre. Je l'ai répétée 100 fois avec toute ſorte de tubes capillaires; elle m'a toujours réuſſi. J'ai ſeulement remarqué qu'il n'entroit dans le tube qu'une très-petite partie de la goutte d'eau; le reſte tombe à terre.

Je ne comprens pas comment un Attractionnaire oſe mettre en avant une pareille expérience. Elle prouve évidemment que l'attraction n'a aucune part au phénoméne dont il s'agit. En effet ſi l'attraction dû verre a aſſez de force pour obliger la goute d'eau à rétrograder, & à monter dans l'intérieur du tube capillaire, pourquoi n'en a-t-elle pas aſſez pour la ſoutenir, & pour l'empêcher de deſcendre tout le long du tube? Je ne vois pas ce qu'on peut répondre de raiſonnable à cette queſtion. Tâchons donc d'expliquer dans notre ſyſtéme l'expérience de Muſchembroek.

L'air renfermé dans l'intérieur du tube capillaire a beaucoup moins de force, que l'air extérieur ; donc l'eau qui s'insinue dans ce tube, doit avoir encore moins de peine à y entrer, qu'elle n'en auroit à diviser l'air extérieur pour tomber à terre. Peut-être toute la goutte d'eau y entreroit-elle, si l'ouverture d'un tube de cette espèce n'étoit pas essentiellement très-étroite. Vous voyez que dans le systéme d'une inégale pression l'on se tire encore mieux d'affaire, que dans celui de l'attraction ; aussi ne douté-je pas d'un moment que vous ne soyez très-empressé à l'embrasser. Je connois votre penchant pour Descartes ; & je sçais que vous ne parlez comme Newton, que lorsque ce Physicien vous a démontré qu'il avoit raison. Vous n'avez rien à craindre de pareil en cette occasion ; le Physicien Anglois n'a parlé de sa seconde espèce d'attraction que dans ses Questions d'Optique, c'est-à-dire, dans une occasion, où il a proposé plutôt des doutes que des Assertions,

comme nous l'avons remarqué dans sa vie littéraire (a). Je suis &c.

LETTRE HUITIÉME.

Plan d'une Méchanique particulière. Principe général sur lequel cette science est fondée. Démonstration de ce Principe. Remarque absolument nécessaire.

CE n'est pas toujours la forme, mon cher Chevalier, ce sont souvent les choses elles mêmes qui rendent insipide la lecture de tout Cours de Philosophie. C'est-là le grand écueil que je veux tâcher d'éviter, si je me rends jamais à l'invitation que vous avez la bonté de me faire, de donner au plutôt un pareil ouvrage au Public. Le plus sur moyen que je puisse mettre en usage, ce sera d'expliquer avec toute la clarté dont je serai capable, la plupart des machines dont les hommes ont coutume de se servir. Qu'un Physicien soit

(a) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 71 & suiv.

embarraſſé, lorſqu'on lui préſentera certaines Machines ou rares, ou extraordinaires, ou trop compliquées, on n'en ſera pas étonné ; tout homme raiſonnable ſçait que l'étude de la Phyſique eſt l'étude de la vie entière, quelque longue qu'elle puiſſe être, & que ceux qui ſe ſont addonnés à cette Science les 20, les 30 années de ſuite, ſont obligés d'avouer que les choſes qu'ils ont encore à apprendre, ſont en bien plus grand nombre que celles dont ils s'imaginent être au fait. Mais qu'un jeune homme qui a fait un cours de Phyſique dans les formes, ſoit embarraſſé à la vûe des Machines uſuelles, telles que ſont les Balances, les Romaines, les Pouliès mobiles & immobiles, le Cabeſtan, les Rouës ordinaires & dentées, le Coin, la Vis, le Plan incliné, &c. &c. ; voilà ce qu'on ne lui pardonnera jamais ; ce ſont-là des notions qu'on ne manque pas de donner dans les Écoles bien réglées. Voici donc le Plan de Méchanique particulière que doit ſe former tout homme qui ſe mêle d'enſeigner la Phyſique. 1°. Puiſque

1°. Puiſque la Méchanique particulière eſt la Science des Machines, & que les Machines n'ont été inventées que pour augmenter la force de la Puiſſance qu'on y applique, je voudrois qu'on fit bien remarquer, au commencement de la Méchanique, la différence qu'il y a entre la force d'une Puiſſance qui ſouleve un poids énorme avec le ſecours d'une bonne Machine, & la force de la même Puiſſance qui tenteroit de ſoulever ce poids ſans un tel ſecours. Un Maſſon, par-exemple, à l'aide d'une barre de fer à laquelle nous avons donné le nom de levier, remue preſque ſans peine une pierre de pluſieurs quintaux; en viendroit-il jamais à bout, s'il étoit obligé de la remuer avec les mains? Ce premier point de vûe inſpirera à tout Commençant un véritable deſir de faire les plus grands progrès dans une Science qui procure aux hommes les avantages les plus réels & les plus multipliés.

2°. Je voudrois qu'on fit enſuite remarquer que la Force étant le produit de la

maſſe par la vîteſſe, la Méchanique ne peut arriver à ſon but, qu'en communiquant à la Puiſſance, ou à ce qui ſert de Puiſſance beaucoup plus de vîteſſe qu'au poids. C'eſt-là ce qu'elle fait. Dans une Romaine, par-exemple, le poids mobile ſert de Puiſſance ; ce que l'on attache au crochet ſert de poids ; & le clou autour duquel la Romaine ſe meut, s'appelle le point fixe, ou le point d'appui. Que prétend-on en éloignant dix fois plus du point d'appui la Puiſſance, que le poids ? On prétend ſans doute lui communiquer dix fois plus de vîteſſe qu'au poids. Auſſi un poids mobile de 10 livres, à 10 pouces du point d'appui, ſe trouve-t-il, par le moyen de cette machine, dans un parfait équilibre avec un poids immobile de 100 livres, éloigné d'un pouce du même point d'appui.

3°. Une choſe qu'il ne faut pas manquer d'inculquer, c'eſt que plus une Puiſſance appliquée à une Machine, eſt éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîteſſe,

En effet qu'est-ce qu'un corps qui a 10 fois plus de vîtesse qu'un autre? C'est un corps qui, dans un tems donné, parcourt dix fois plus d'espace qu'un autre. Donc si une Puissance éloignée de 10 pouces du point d'appui d'une Machine, parcourt, ou tend à parcourir dans le même tems 10 fois plus d'espace qu'un poids éloigné d'un seul pouce du même point d'appui, l'on a droit de conclure que, plus une Puissance est éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîtesse. Un simple coup d'œil jetté sur la Romaine, nous convaincra de la nécessité de ce Principe. Mettons encore, comme nous venons de le supposer, le poids mobile à 10 pouces, & le poids immobile à 1 pouce du point d'appui, & faisons mouvoir les deux branches de la Romaine, l'une en haut, l'autre en bas; le poids mobile parcourra dans le même tems un arc 10 fois plus grand, que celui que parcourra le poids immobile; puisque les arcs sont comme leurs rayons, & que les rayons, ou les deux bras de la Romaine, sont,

par hipothése, dans la raison de 10 à 1; donc plus une Puissance appliquée à une Machine, est éloignée du point d'appui, & plus elle a de vîtesse.

4°. A ces notions générales doit succéder l'examen le plus réfléchi du Levier. C'est la plus simple, mais en même tems la plus nécessaire des Machines; ou plutôt de la connoissance du Levier dépend la connoissance de presque toutes les Machines; il en est peu en effet que l'on ne puisse ranger dans la classe des Leviers. Le Levier est donc un baton, une barre ou de fer, ou de quelqu'autre matière semblable qu'on fait mouvoir autour d'un point quelconque que l'on appelle *point fixe*, ou *point d'appui*. Ce point fixe se trouve-t-il entre la puissance & le poids? Le Levier est de la première espèce. Le poids au contraire se trouve-t-il entre le point fixe & la puissance? Le Levier est de la seconde espèce. Enfin la puissance se trouve-t-elle entre le point fixe & le poids? Le levier est de la troisième espèce. La Romaine dont je vous ai

déjà parlé, eſt évidemment un Levier de la première eſpèce ; le point fixe, ou le clou autour duquel elle ſe meut, eſt placé entre le poids mobile qui ſert de Puiſſance, & la marchandiſe attachée au crochet, qui ſert de poids. Il en eſt de même de la Balance, des Ciſeaux, des Tenailles, de la Poulie immobile & d'une infinité d'autres Machines, dont il ne m'eſt pas permis de faire ici l'énumération. Le Couteau du Boulanger arrêté ſur une table, eſt un véritable Levier de la ſeconde eſpèce ; le Poids, ou le pain que l'on coupe, ſe trouve entre la Puiſſance, ou la Main qui tient le manche du couteau, & le point d'appui, ou le fer autour du quel le Couteau tourne. Il en eſt de même des Rames des Batteliers ; le poids, ou le Batteau eſt placé entre la Puiſſance qui le fait mouvoir, & le point d'appui qui n'eſt pas diſtingué du point de la rame qui frappe l'eau. Enfin ces petites pinces qu'on appelle *Badines*, forment un double Levier de la troiſième eſpèce ; la puiſſance, ou la

Main est placée entre les charbons qu'on remue légèrement & qui servent de poids; & l'arc par lequel les deux branches communiquent, qui sert de point d'appui.

5°. Mais, mon cher Chevalier, ce qu'il faut bien démontrer au commencement d'un Traité de Méchanique, c'est que deux poids appliqués à un levier sont en équilibre, lorsqu'ils ont leurs masses en raison inverse de leurs distances au point d'appui. Le poids A de 100 livres, par exemple, & le poids B de 10 livres, appliqués à un levier, seront en équilibre, si l'on peut faire la proportion suivante; la Masse du poids A : à la Masse du poids B : : la distance du poids B au point d'appui : à la distance du poids A au même point d'appui. En effet plaçons le poids A à un pied, & le poids B à 10 pieds du point d'appui d'un levier quelconque; l'on pourra faire alors évidemment la proportion dont je viens de parler; je dis que par-là même ces deux poids seront en équilibre. En voici la démonstration en 2 mots.

Le poids A éloigné d'un pied du point d'appui, a 1 de viteſſe (*num. 3*) & 100 livres de maſſe, par hypothéſe; donc il a 100 de force. Le poids B éloigné de 10 pieds du point d'appui, a 10 de viteſſe, (*num. 3*) & 10 de maſſe, par hypothéſe; donc il a 100 de force; donc ces deux poids ont force égale. Mais ils n'ont force égale, que parce qu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs viteſſes; & ils n'ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs viteſſes, que parce qu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs diſtances au point d'appui du levier auquel on les a appliqués; donc deux poids appliqués à un levier ſont en équilibre, lorſqu'ils ont leurs maſſes en raiſon inverſe de leurs diſtances au point d'appui. C'eſt de ce Principe que ſont partis tous les Inventeurs de Machines; & c'eſt ſur ce Principe que ſont fondées toutes les démonſtrations que l'on trouve dans tous les Traités de Méchanique. Je vous aſſure qu'il ne faut pas être grand Méchanicien, pour en tirer l'explica-

tion des Machines usuelles. Je suis réellement faché qu'il ne me soit pas permis d'entrer ici dans une énumération qui, toute utile & toute agréable quelle pourroit être, seroit, à cause de sa longueur, un véritable hors d'œuvre dans un ouvrage, où je me suis proposé de donner de simples plans des différentes Parties de la Philosophie.

6°. A ce Principe que je viens d'établir, vous ne manquerez pas d'ajouter celui de l'équilibre des fluides, lorsqu'il s'agira de l'explication d'une Machine mixte qui appartiendra en même-tems à l'Hydrostatique & à la Méchanique ordinaire. Vous vous rappellerez alors que les fluides qui se trouvent dans les tubes communiquants, tendent continuellement à se mettre en équilibre, & que leur hauteur dans ces tubes est, ou la même, si les fluides sont homogénes, ou en raison inverse de leur densité, s'ils sont hétérogénes (a). L'explication d'une pompe qui soit en même tems aspirante & foulante, va mettre ma pensée

(a) Lettre 6ᵉ de ce livre 4ᵉ.

dans tout ſon jour. Vous me demandez pourquoi, par le moyen d'une pompe de cette eſpèce, l'eau s'élève à une hauteur prodigieuſe? Je vous ferai remarquer pour toute réponſe que dans une pompe ſimplement aſpirante, l'action de l'air extérieur élève l'eau à 32 ou 33 pieds, & que dans une pompe ſimplement foulante l'eau s'élève d'autant plus haut, que la Puiſſance appliquée à un très-bon levier a plus de de force; donc dans une pompe qui ſe trouve en même-tems aſpirante & foulante l'eau doit, après quelque coups de piſton, s'élever à une hauteur prodigieuſe.

7°. Du Principe que je viens de poſer, mon cher Chevalier, il ſuit évidemment que ſi je prens un levier, & que je ſuſpende à ſes extrémités deux poids, l'un de 100, & l'autre de 50 livres; ces deux poids feront en équilibre toutes les fois que la diſtance du ſecond au point d'appui ſera double de la diſtance du premier au même point d'appui. Cette conſéquence, toute directe qu'elle eſt, n'eſt cepen-

dant vraie que dans la théorie ; il y a dans la pratique bien des choses à défalquer. Et pour ne vous parler dans cette lettre que du levier, n'est-il pas vrai que tout levier a un poids dont jusqu'à présent nous avons été obligés de faire précision ? N'est-il pas encore vrai que tout levier a un centre de gravité, où tout son poids est comme rassemblé ; ce centre de gravité dans un levier ordinaire se trouve à peu près au milieu ? Enfin n'est-il pas vrai que si je prens un levier de 6 pieds de long, & dont la masse pése 12 livres, & que j'applique un poids de 100 livres à 2 pieds, & un poids de 50 livres à 4 pieds du point d'appui, n'est-il pas vrai, dis-je, que le poids de 100 livres aura à combattre, non-seulement contre un poids de 50 livres éloigné de 4 pieds du point d'appui, mais encore contre 12 livres qui étant comme réunies au centre de gravité du levier, forment un poids éloigné d'un pied du même point d'appui ? Toutes ces propositions sont évidentes, & la conséquence directe qu'il faut

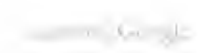
en tirer, c'eſt que dans le cas propoſé il n'y aura point d'équilibre, à cauſe du centre de gravité du levier qui ſe trouve placé du côté du poids de 50 livres. Que faut-il donc faire dans cette occaſion ? Il faut former la proportion ſuivante qui vous ſervira de formule, ou de régle générale pour tout levier de la première eſpèce ; la diſtance du grand poids au point d'appui : à la diſtance du centre de gravité du levier au même point d'appui : : la peſanteur du levier : à un quatrième terme qui vous donnera la partie du grand poids que le centre de gravité du levier tiendra en équilibre. Vous direz donc dans le cas préſent ; 2, *diſtance du poids de 100 livres au point d'appui* : 1, *diſtance du centre de gravité du levier au même point d'appui* : : 12 livres, *peſanteur du levier* : 6 livres ; c'eſt-à-dire que dans le cas propoſé il y aura 6 livres dans le poids d'un quintal qui ſeront ſoutenues par le centre de gravité du levier. Ce ſera donc à un poids de 94 livres, éloigné de 2 pieds du point d'appui qu'il

faudra chercher une Puissance, ou un moindre poids éloigné du même point d'appui de 4 pieds, qui le tienne en équilibre. Le Principe général de Méchanique vous fournira pour résoudre ce probléme l'analogie suivante ; 4 pieds, *distance de la Puissance ou du moindre poids au point d'appui* : 2 pieds, *distance du plus grand poids au même point d'appui* : : 94 : 47 ; donc dans le cas proposé il y aura équilibre entre un poids de 100, & un poids de 47 liv. ; bien entendu que le poids de 100 livres éloigné de 2 pieds du point d'appui, est soutenu en même-tems, & par un poids de 47 livres éloigné de 4 pieds, & par un poids de 12 livres éloigné d'un pied du même point d'appui.

Comme dans cette matière on ne sçauroit se rendre trop intelligible, permettez-moi de reprendre mon levier de 6 pieds de long, & de 12 livres de masse. Rappellez-vous que son point d'appui est supposé à la fin du quatrième pied, ou, ce qui revient au même, rappellez-vous qu'un de

ses bras a 4 pieds, & l'autre 2 pieds de longueur ; je dis que pour le mettre en équilibre avec lui-même, il faudra attacher un poids de 6 livres à l'extrémité du bras le plus court. En voici la démonstration ; c'est la même que la précédente ; elle me paroit seulement plus claire.

Puisque le levier est supposé homogéne & parfaitement égal dans sa longueur de six pieds, le poids du 6e & du 5e pied qui forment le bras le plus court, seront en équilibre avec le poids du 4e & du 3e pied qui forment une partie du bras le plus long, car ces deux poids sont de 4 livres chacun. Il reste encore le poids du second & du premier pied ; c'est-à-dire, il reste encore 4 livres qu'il faut mettre en équilibre avec un poids que l'on attachera à l'extrémité du bras le plus court. Ces 4 livres réunies à leur centre de gravité, se trouvent à 3 pieds du point d'appui ; donc, pour élider leur force, il en faudra mettre six à l'extrémité du bras le plus court ; je vous ai déjà fait remarquer, en vous expliquant le Principe gé-



néral de la Méchanique, que 6 livres à 2 pieds, & 4 livres à 3 pieds du point d'appui ont égale force.

8°. Si l'on vous donne un levier de 6 pieds de long, & de 24 livres de masse; le point d'appui à la fin du 5e pied; un poids de 100 livres servant de Puissance, éloigné de 5 pieds du point d'appui; & que l'on vous demande la grosseur du poids x, que l'on prétend placer à l'extrémité du bras le plus court en équilibre avec celui que l'on a placé à l'extrémité du bras le plus long; vous chercherez d'abord à mettre le levier en équilibre avec lui-même, c'est-à-dire, vous chercherez le poids qu'il faudra attacher à l'extrémité du bras le plus court, pour être en équilibre avec le centre de gravité du levier, ou, ce qui revient au même, avec un poids de 24 livres éloigné de 2 pieds du point d'appui. Pour le trouver, vous vous rappellerez d'abord que le poids que vous demandez, ne sera éloigné que d'un pied du point d'appui, & vous ferez ensuite la proportion suivante;

la diſtance du poids cherché au point d'appui : à la diſtance du centre de gravité du levier au même point d'appui : : la peſanteur du levier : à un quatrième terme qui ſera ce que vous demandez ; c'eſt-à-dire dans l'hypothéſe préſente, 1 : 2 : : 24 : 48. Il vous faudra donc attacher 48 livres à l'exmité du bras le plus court, pour que le levier en queſtion ſoit en équilibre avec lui-même.

Cela fait, vous trouverez la valeur du poids x par l'analogie ſuivante ; 1, *diſtance du poids x au point d'appui* : 5, *diſtance du petit poids au même point d'appui* : : 100, *maſſe* du petit poids : 500, *maſſe du poids x* ; ce qui prouve qu'il faut appliquer 548 livres à l'extrémité du bras le plus court du levier donné, ſi l'on veut contrebalancer l'effort d'un poids de 100 livres appliqué à l'extrémité du bras le plus long du même levier. Il n'eſt pas néceſſaire de prouver la juſteſſe de toutes ces analogies ; ce ſont des conſéquences directes du Principe général de la Méchanique. Donnons

maintenant une régle qui nous serve de formule générale, pour mettre le levier de la seconde espèce en équilibre avec lui-même. Dans ce levier le poids se trouve toujours entre la Puissance placée à une extrémité, & le point d'appui placé à l'autre extrémité. Je vous ai fait remarquer (*num.* 4) que la Rame du battelier étoit un levier de la seconde espèce.

9°. L'on vous donne une rame de 10 pieds de long, & de 50 livres de masse; l'on vous avertit que son centre de gravité est éloigné de 5 pieds du point d'appui; l'on vous demande, quel effort doit faire le Battelier pour élider la force d'un poids de 50 livres placé au centre de gravité de la rame, c'est-à-dire, l'on vous demande, quel effort doit faire une Puissance éloignée du point d'appui de 10 pieds, pour soutenir un poids de 50 livres éloigné de 5 pieds du même point d'appui.

Pour résoudre ce probléme, vous ferez la proportion suivante; 10 pieds, *distance de la Puissance au point d'appui*; à 5 pieds,

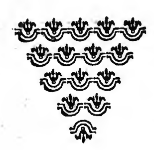
diſtance du centre de gravité de la rame au même point d'appui : : 50 livres, *peſanteur de la rame* : à 25 livres, c'eſt-à-dire, que le Battelier ſoutiendra le poids de la rame en queſtion, en faiſant un effort capable de ſoutenir 25 livres.

La formule générale pour les leviers de la ſeconde eſpèce ſera donc celle-ci; la longueur du levier : à la diſtance de ſon centre de gravité au point d'appui : : la peſanteur du levier : à un quatrième terme qui vous donnera l'effort que devra faire la Puiſſance pour élider cette peſanteur. Cette analogie n'a pas beſoin de preuve; elle eſt fondée comme les précédentes, ſur le Principe général de la Méchanique.

10. Je ne vous parlerai pas ici, mon cher Chevalier, du levier de la troiſième eſpèce. Cette machine, ou plutôt, cette anti-machine diminue néceſſairement la viteſſe de la Puiſſance. Vous ſerez toujours avec cet inſtrument moins éloigné du point d'appui, que le poids que vous voudrez ſoulever; puiſque vous ſerez toujours entre le poids placé à

une extrémité du levier, & le point d'appui placé à son autre extrémité.

11. Ce que je vous ai dit jusqu'à présent, doit commencer à vous donner une idée de ce que les Méchaniciens appellent *résistances*. Je suis résolu de vous développer dans les lettres suivantes cette matière le mieux qu'il me sera possible. Si je ne vous dis pas des choses neuves, j'aurai du moins l'avantage de réunir dans un très-petit nombre de lettres ce qui se trouve noyé dans un grand nombre de volumes. Je commencerai par la résistance occasionnée par les frottemens. Je suis, &c.



LETTRE NEUVIÉME.

Résistance occasionnée par les frottemens. Deux espèces de frottemens. Règles qui peuvent servir de Principes au calcul des résistances des frottemens. Expériences qui prouvent la bonté de ces règles. Conséquences qu'il faut en tirer.

LEs Microscopes nous ont appris, mon cher Chevalier, que sur la surface du corps le plus poli il se trouve un nombre innombrable d'éminences & de cavités. De cette découverte quelle conséquence faut-il en tirer? Point d'autre que celle-ci; il est impossible de poser un corps sur un autre, sans obliger les éminences de l'un d'entrer dans les cavités de l'autre, à peu près, *dit M. l'Abbé Nollet*, comme il arrive à une pelote de velours que l'on met sur un tapis de la même étoffe. Ne soyons donc pas surpris que les corps passent si facilement de l'état de mouvement à celui de

repos. Leur inertie, je le ſçais, s'oppoſe à ce changement; mais quelque réelle que ſoit cette oppoſition, peut-elle entrer en paralléle avec les obſtacles que rencontre un corps dont la ſurface, pour l'ordinaire aſſez mal unie, eſt obligée de ſe mouvoir ſur un plan encore plus mal uni? Comptez, ſi vous le pouvez, les frottemens d'une Poulie qui tourne avec rapidité ſur ſon eſſieu; des Pignons qui s'engrainent dans des Rouës dentées; des Rouës ordinaires qui ſervent à faire rouler une chaiſe que des chevaux de poſte trainent avec une extraordinaire rapidité; & ceſſez de demander pourquoi telle & telle Machine qui, par le Principe général de la Méchanique, devroit être miſe en mouvement par une Puiſſance capable de ſoulever un poids de 10 à 15 livres, en exige quelquefois une capable de ſoulever un poids de 50, 60, & même 100 livres. Rien donc ne feroit plus néceſſaire dans un Traité de Méchanique, que de donner des régles générales qui fuſſent le fondement du calcul des réſiſtances que

le frottement oppofe à tout corps, à toute machine que l'on veut mettre en mouvement. Avant que de vous rendre compte des découvertes que les Phyficiens ont faites en cette matière, permettez-moi de faire les remarques fuivantes ; elles me paroiffent abfolument néceffaires.

1°. Il y a deux efpèces de frottemens. Le frottement de la première efpèce confifte à appliquer fucceffivement les mêmes parties d'une furface à différentes parties de l'autre. Celui de la feconde efpèce a lieu, lorfque l'on fait toucher fucceffivement différentes parties d'une furface à différentes parties d'une autre. Une charrette dont une rouë eft enrayée, & l'autre tourne librement fur fon axe, vous préfente en même-tems les deux efpèces de frottemens. La rouë enrayée éprouve fur le pavé celui de la première efpèce, & la rouë libre celui de la feconde.

2°. De quelque efpèce que foient les frottemens, ils font enfin caufe que les éminences des corps qui les éprouvent, fe bri-

fent plutôt, ou plus tard, felon que les frottemens ont été plus ou moins confidérables. C'eft pour cela fans doute qu'une Machine, après avoir fervi quelque tems, eft plus facile à mouvoir, qu'elle ne l'étoit, lorfqu'elle fortit des mains de l'ouvrier.

3°. Tout ce qui peut faire difparoitre les éminences & les cavités des furfaces, diminue les frottemens d'une manière très-fenfible. Auffi les Voituriers agiffent-ils, fans le fçavoir, en bons phyficiens, lorfqu'ils graiffent les moyeux des rouës de leurs voitures. Ces remarques font sûres ; les régles fuivantes ne le font pas moins ; je voudrois bien qu'elles donnaffent autre chofe que des *à peu près.*

Première Régle. Le frottement de la première efpèce, tout le refte étant égal, caufe une plus grande réfiftance, que le frottement de la feconde efpèce. En effet des chevaux tirent beaucoup plus difficilement une voiture dont les rouës font enrayées, qu'une femblable voiture dont les rouës font libres ; donc &c.

Seconde Régle. Le frottement, de quelque efpèce qu'il foit, eft plus confidérable, lorfqu'on fait mouvoir, l'un fur l'autre, des corps de même matière, que lorfque ce font des corps de différente matière. M. Mufchembroek à qui nous devons cette régle, penfe que des corps faits d'une même matière, ayant des éminences & des cavités tout-à-fait femblables, il eft très-facile que celles-là ne foient pas faites pour s'engrainer avec aifance dans celles-ci ; ce qui n'arrive guères à deux corps faits de différente matière. Il nous avertit en même tems que les habiles ouvriers font les plus exacts à garder cette régle. Jamais, *dit-il* (*), on ne les voit faire mouvoir l'acier fur l'acier, ou le cuivre fur le cuivre ; mais ils font mouvoir le cuivre fur l'acier ; & l'acier fur le cuivre, l'étain, la corne, le bois de gayac, &c. Ce Phyficien a fait à cette occafion un nombre infini d'expériences que je voudrois bien pouvoir vous rapporter, & qui ne manqueront pas d'entrer

(*) Effai de Phyfique, Tome I. pag. 181.

dans le Cours de Philosophie dont nous avons déja parlé si souvent; mais vous seriez le premier à me blâmer, si je me permettois une pareille énumération. Je me contenterai donc de vous mettre sous les yeux les principales.

M. Muschembroek prit une petite planche de bois de sapin, large d'un pouce, & longue de 13. Il la chargea d'un poids de 10 onces; & il la fit mouvoir tantôt sur une planche de bois de sapin, & tantôt sur une planche de boüis dont le poli étoit exactement égal; il éprouva que dans le premier cas le frottement étoit de 17, & dans le second de 11 dragmes. Il fit la même expérience avec une planche de bois de chêne de même largeur & de même longueur. Il la chargea encore d'un poids de 10 onces; & il éprouva que le frottement de cette planche muë sur le chêne étoit de 12 dragmes, & de 11 seulement, lorsqu'elle étoit muë sur le boüis. Voilà pour les frottemens de la première espèce. Les expériences suivantes supposent des frottemens de la seconde espèce.

Il fit mouvoir un essieu d'acier dans différents bassinets d'acier, de bois de gayac, de cuivre rouge, de cuivre jaune & de plomb. Cet essieu passoit par un disque de bois, de 4 pouces de diamétre. Il éprouva que lorsque le disque étoit chargé de 3 livres, les frottemens de l'essieu contre les différens bassinets étoient de 21, 20, 15, 10, & 10 dragmes. Donc le frottement, de quelque espèce qu'il soit, est plus considérable, lorsqu'on fait mouvoir, l'un sur l'autre, des corps de même matière, que lorsque ce sont des corps de différente matière.

Troisième Régle. Le frottement augmente par l'augmentation des surfaces, toutes choses égales d'ailleurs. Vous en voyez d'abord la cause, mon cher Chevalier; plus la surface est grande, plus elle a d'éminences qui s'engrainent dans les cavités du plan, donc &c. Les expériences suivantes concourent à confirmer ce raisonnement; elles sont de M. Muschembroek. Une planche de sapin de $2\frac{11}{12}$ pouces de largeur, & de 13 pouces de longueur, chargée

d'un poids de 10 onces, & muë tantôt ſur le ſapin & tantôt ſur le boüis, éprouva un frottement de 22 & de 15 dragmes. Une planche du même bois, d'un pouce de largeur, n'avoit éprouvé qu'un frottement de 17 dragmes, lorſqu'on la faiſoit mouvoir ſur le ſapin, & de 11 dragmes, lorſqu'on la faiſoit mouvoir ſur le boüis. Elle avoit cependant 13 pouces de longueur, & elle étoit chargée d'un poids de 10 onces. Donc le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces.

Quatrième Règle. Le frottement, de quelque eſpèce qu'il ſoit, augmente par la preſſion. Je n'en ſuis pas étonné; plus la preſſion augmente, plus avant s'engagent dans les cavités du plan les éminences du corps qui ſe meut; il en eſt de même des éminences de celui-là vis-à-vis les cavités de celui-ci. Plus avant les éminences s'engagent dans les cavités, plus il eſt difficile de les en faire ſortir. Plus il eſt difficile de faire ſortir des cavités les éminences qui y ſont entrées, plus le frottement augmen-

te; donc le frottement augmente par la pression. M. Muschembroek a encore fait des expériences en confirmation de cette régle. Reprenons notre planche de sapin large d'un pouce, & longue de 13; & faisons-la mouvoir tantôt sur une planche de sapin, & tantôt sur une de boüis. Chargée d'un poids de 3 livres, & muë sur une planche de sapin, elle éprouvera un frottement de 8 onces & 6 dragmes; & elle n'en éprouvera qu'un de 6 onces & 4 dragmes, lorsqu'on la fera mouvoir sur une planche de boüis. Veut-on lui faire éprouver un frottement double? Qu'on la charge d'un poids double, c'est à dire, d'un poids de 6 livres; donc le frottement augmente par la pression; l'on peut même avancer qu'il est à peu près en raison directe des pressions.

M. l'Abbé Deidier est parti de ce Principe dans sa Méchanique générale (*), lorsqu'il a voulu trouver les frottemens d'une poulie immobile chargée d'un poids, tan-

(*) Pag. 420 & suivantes.

tôt plus & tantôt moins grand. Je suppose, *dit-il*, une poulie de bois de chêne, qui soit très-polie, & dont la rouë pése 6 livres. Cette Poulie suspendue sera sans mouvement, parce que toutes ses parties seront en équilibre autour de son axe ; mais pour peu qu'on ajoute à l'un de ses côtés, il est sur que l'équilibre ne devroit pas subsister ; & si le contraire arrive, cela ne peut venir que du frottement qui se trouvera plus fort, que la quantité qu'on aura ajoutée à l'un des côtés.

Pour trouver donc ce frottement, *continue M. l'Abbé Deidier*, je fais passer dans la poulie une corde très déliée, aux extrémités de laquelle je suspens deux bassins de balance qui pésent également, & qui par conséquent seront aussi bien en équilibre, que la poulie l'étoit auparavant. Je mets dans un des bassins un petit poids, & si la poulie ne tourne point, j'augmente ce poids, jusqu'à ce que l'équilibre commence à se rompre. Ce poids une fois trouvé, par exemple, $\frac{1}{20}$ d'once, je retire la

corde & les baſſins ; je péſe le tout enſemble ; j'ajoute leur poids d'une livre aux 6 livres que péſe la rouë de la poulie en queſtion, ce qui fait 7 ; je dis que, l'eſſieu de la poulie étant chargé de 7 livres, le frottement qui ſe fait autour de cet eſſieu eſt $\frac{1}{20}$ d'once.

Pour trouver le frottement de la rouë ſeule, je fais la proportion ſuivante, 7 livres : $\frac{1}{20}$ d'once : : 6 livres : $\frac{6}{140} = \frac{3}{70}$ d'once, c'eſt-à-dire, ſi 7 livres cauſent un frottement de $\frac{1}{20}$ d'once, 6 livres en cauſeront un de $\frac{3}{70}$ d'once. Cette régle générale eſt admirable ; il vous ſera facile, mon cher Chevalier, de trouver par ſon moyen le frottement de quelque poulie immobile que ce ſoit, quel que ſoit le poids de la roue, de la corde, des baſſins, &c.

Cinquième Régle. A proportions égales, la réſiſtance des frottemens augmente plus conſidérablement par les preſſions, que par les ſurfaces. Je viens de vous faire remarquer qu'une preſſion double occaſionnoit

un frottement une fois plus considérable. Je vous avois fait remarquer un peu auparavant, que le frottement d'une planche de sapin d'un pouce de largeur : au frottement d'une planche du même bois de près de 3 pouces de largeur : : 17 : 22 ; donc la résistance des frottemens augmente plus considérablemeut par les pressions, que par les surfaces.

Sixième Régle. La résistance des frottemens augmente, dans un tems donné, avec la vitesse du corps qui se meut. Je m'explique. Je suppose que le corps A se meuve sur un plan parfaitement égal, tantôt avec 1 & tantôt avec 2 degrés de vitesse, je dis que les frottemens qu'il éprouvera dans un tems donné, par exemple, dans une minute, seront plus grands, lorsqu'il aura 2 degrés de vitesse, que lorsqu'il n'en aura qu'un. En effet lorsque le corps A aura 2 degrés de vitesse, il parcourra dans une minute une fois plus d'espace, que lorsqu'il n'en aura qu'un ; donc il trouvera plus de cavités dans lesquelles ses

éminences s'engraineront ; il en sera de même des éminences du plan vis-à-vis les cavités du Mobile ; donc la résistance des frottemens augmente, dans un tems donné, avec la vitesse du corps qui se meut. M. Muschembroek a éprouvé (*a*) que lorsque les vitesses du mobile étoient comme 4, 6, 7, 8, 10, la proportion des frottemens étoit comme 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4 ; ce qui donne au moins les frottemens en raison directe des vitesses. Cependant je n'ai pas cru devoir énoncer ainsi cette régle ; & ce qui m'en a empêché, c'est une remarque que fait M. l'Abbé Nollet dans sa leçon 3e de Physique expérimentale (*b*). L'augmentation de résistance, *dit-il*, qui vient de la vitesse avec laquelle on fait frotter les surfaces, a ses bornes ; au-delà desquelles on peut accélérer les mouvemens, sans que les frottemens en deviennent plus considérables. Ainsi l'on peut dire en quelque façon, qu'en augmentant la cause, on n'aug-

(*a*) Essai de Physique, Tome I. pag. 183.

(*b*) Tome I. pag. 237.

mente plus ſon effet. Cet habile Phyſicien ſoupçonne qu'une viteſſe qui fait mouvoir un corps avec beaucoup de rapidité, fait auſſi que ſes éminences franchiſſent bien des cavités du plan dans leſquelles elles entreroient, ſi la viteſſe du mobile étoit moindre. Voilà une explication qui peut abſolument n'être pas vraie, mais qui du moins eſt bien vrai-ſemblable. Les conſéquences que vous pouvez tirer de tout ce que je vous ai dit dans cette lettre ſont ſans nombre ; je me borne à ſix ; la première ſera tirée de la première Régle ; la ſeconde de la ſeconde Régle, &c.

Première conſéquence. Dans les deſcentes trop rapides, l'on doit avertir le Voiturier d'enrayer une des rouës de la voiture.

Seconde conſéquence. Dans les Poulies de Métal, l'eſſieu & la rouë ne doivent pas être de la même matière.

Troiſième conſéquence. Lorſqu'on a une certaine quantité d'eau à conduire, il vaut mieux la faire paſſer par un grand tuyau, que par différens petits tuyaux.

Quatrième conséquence. On ne doit pas être surpris que les Machines qui font leur effet en petit ne le fassent pas toujours, lorsqu'on vient à les exécuter en grand.

Cinquième conséquence. Les différentes piéces dont une Machine est composée, ne doivent avoir ni beaucoup de surface, ni beaucoup de poids.

Sixième conséquence. Lorsque deux voitures ont le même chemin à faire, celle des deux qui va le plus vite, éprouve moins de résistance que l'autre.

Permettez-moi, mon cher Chevalier, de me borner à ce petit nombre de conséquences. Je veux passer au plutôt à la résistance qu'opposent les cordes dont on est obligé de se servir dans la Méchanique, C'est-là encore une matière d'où vous pourrez tirer bien des conséquences pratiques. Je suis, &c.



LETTRE DIXIÉME.

Idée générale de la résistance qu'opposent les cordes qu'on a coutume d'employer dans la Méchanique. Régles qui doivent servir de Principes au calcul de cette espèce de résistance.

S'Il étoit possible, mon cher Chevalier, de se servir dans la Méchanique de cordes dont la pesanteur fut comme nulle, le diamétre infiniment petit, & la flexibilité parfaite ; cette lettre seroit bien courte, & je me garderois bien de vous prier, comme je le fais, de la lire avec l'attention la plus réfléchie. Mais, par malheur pour les ouvriers, les choses ne se passent pas ainsi dans la pratique. Les cordes qu'ils sont obligés d'employer, ont une pesanteur toujours réelle, quelquefois même énorme, témoins les cables des Barques & des Vaisseaux ; elles ont dans les machines ordinaires un diamétre de plusieurs lignes, &

de plusieurs pouces dans les grandes machines ; elles ont enfin, soit à raison de la matière dont elles sont composées, soit à raison des poids qu'elles soutiennent, une roideur qui n'approche que trop souvent de l'inflexibilité. Il est donc absolument nécessaire d'examiner dans ce Plan de Méchanique que je vous présente, quelle est la résistance des cordes, & quels sont les moyens que nous avons de l'évaluer. Il me paroit que les Régles suivantes peuvent conduire à cette fin.

Première Régle. Plus une corde est pesante, plus la résistance qu'elle oppose est considérable, Vous en voyez la raison, mon cher Chevalier ; tout poids réel appliqué à une machine, oppose une résistance d'autant plus grande, qu'il est lui-même plus grand ; mais la pesanteur des cordes est un poids réel appliqué à une Machine : Donc elle oppose une résistance d'autant plus grande, qu'elle est elle-même plus considérable ; donc la résistance des cordes est d'abord en raison directe de leur

pesanteur. Ajoutez à cela qu'une corde plus pesante cause une plus grande pression, & qu'une plus grande pression occasionne un plus grand frottement, comme je vous l'ai démontré dans ma lettre précédente. Concluëz de-là que, dans la pratique, les cordes légères sont préférables aux cordes pesantes, lorsque celles-là sont capables de soutenir le poids que l'on veut transporter d'un lieu à un autre.

Seconde Régle. Plus le diamétre d'une corde est considérable, plus elle oppose de résistance. En voici la raison physique. Dans la plûpart des Machines les cordes s'entortillent autour d'un Cylindre dans l'axe duquel se trouve le point d'appui. Ces cordes ainsi entortillées ne sont plus qu'un Tout avec le Cylindre, dont elles augmentent très-sensiblement le rayon. Cela supposé, voici comment je raisonne. Plus le diamétre d'une corde est considérable, plus elle augmente le rayon du Cylindre autour duquel on est obligé de la rouler. Plus le rayon du Cylindre est augmenté, plus le

poids attaché à la corde se trouve éloigné du point d'appui. Plus le poids est éloigné du point d'appui, plus il acquiert de vitesse. Plus il acquiert de vitesse, plus il a de force. Plus il a de force, plus il est difficile de le remuer. Donc plus le diamétre d'une corde est considérable, plus elle oppose de résistance. M. Amontons de l'Académie Royale des Sciences de Paris, dont j'aurai occasion de vous parler très-souvent dans cette lettre a éprouvé (*) que, toute le reste étant égal, une corde de 2 lignes de diamétre opposoit une résistance précisément double de celle qu'opposoit une corde de 1 ligne de diamétre.

Troisième Régle. Plus une corde est roide, plus grande est la résistance qu'elle oppose. Je viens de vous faire remarquer, mon cher Chevalier, que les cordes s'entortilloient dans la plûpart des Machines, autour de quelque Cylindre. Plus une corde est roide, plus l'entortillement dont je vous ai

(*) Mémoires de l'Académie des Sciences. Année 1699. pag. 216.

parlé, eſt difficile. Donc plus une corde eſt roide, plus grande eſt la réſiſtance qu'elle oppoſe. Auſſi a-t-on coutume de mouiller les cordes, lorſqu'on s'apperçoit qu'elles n'ont pas aſſez de flexibilité.

Quatrième Régle. La roideur des cordes, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt en raiſon directe des poids qu'elles ſoutiennent. Cette régle a beſoin d'explication ; la voici. Je ſuppoſe deux cordes d'un égal diamétre, faites de la même matière. Je ſuppoſe encore que la première ſoutienne un poids de 4, & la ſeconde un poids de 2 livres ; je dis que la roideur de la première : à la roideur de la ſeconde : : 4 : 2. Je le démontre.

La roideur des cordes dépend de leur tenſion ; mais la tenſion eſt toujours en raiſon directe des poids ſoutenus : donc la roideur des cordes eſt toujours en raiſon directe des poids quelles tiennent ſuſpendus. M. Amontons a confirmé cette régle par une infinité d'expériences. Il a trouvé,

par exemple (*), que 45 onces ayant surmonté la résistance occasionnée par la roideur de deux cordes de 3 lignes chacune de diamétre, chargées d'un poids de 20 livres, & tournées autour d'un Cylindre de 6 lignes de diamétre ; il lui avoit fallu 90 onces pour surmonter cette même résistance, lorsque les 2 cordes étoient chargées d'un poids de 40 livres. Or 20 livres : 40 livres : : 45 onces : 90 onces. Donc la roideur des cordes, toutes choses égales d'ailleurs, est en raison directe des poids quelles soutiennent. C'est sur ces Régles que M. Amontons se fonda, lorsqu'il construisit sa fameuse Table de la résistance causée dans les Machines par la roideur des cordes qu'on y employe, de quelque grosseur qu'elles soient, depuis une ligne jusqu'à trente lignes de diamétre, & de quelque poids qu'elles soient chargées, depuis une livre jusqu'à cent mille. Cette Table immense se trouve dans le Mémoire que je

(*) Mémoires de l'Académie des Sciences, Année 1699, pag. 118.

viens de vous citer entre la page 226, & la page 227. Tout ce que je vous en rapporterai ici, ce sera une espèce de Catalogue des plus grands poids que puissent soutenir les cordes de chanvre de différent diamétre.

Diamétres.	*poids.*
1 ligne	100 livres.
2	400
3	900
4	2000
5	3000
6	4000
7	5000
8	6000
9	8000
10	10000
+	
12	20000
+	
+	
15	30000
+	

+ ſignes	livres.
18	40000
+	
+	
21	50000
+	
23	60000
+	
25	70000
+	
27	80000
+	
29	90000
30	100000

Dans cette Table M. Amontons n'a pas marqué les derniers poids que pouvoient ſoutenir des cordes de chanvre de 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 24, 26 & 28 lignes de diamétre. Je n'ai jamais été à même de faire des expériences qui m'aient mis en état de déterminer les derniers poids qui conviennent à ces ſortes de cordes. Si cependant l'on vouloit ſe contenter de quel-

ques *à peu près*, je dirois que, puisqu'une corde de 10 lignes de diamétre peut soutenir un poids de 10000 livres, & qu'une corde de 12 lignes de diamétre en peut soutenir un de 20000, il paroit qu'une corde de 11 lignes de diamétre doit en soutenir un d'environ 15000 liv. De même puisqu'une corde de 15 lignes de diamétre peut soutenir un poids de 30000 livres, & qu'il faut une corde de 18 lignes de diamétre, pour en soutenir un de 40000 livres, il s'ensuit qu'une corde de 16 lignes de diamétre ne peut guères soutenir que 33 ou 34000 livres, & qu'une corde de 17 lignes de diamétre en soutiendra 36 à 37000.

Cinquième Régle. La résistance des cordes, totalement prise, est en raison composée directe de leur pesanteur, de leur diamétre, & de leur roideur. Supposons, *par exemple*, que la pesanteur, le diamétre & la roideur de la corde A soit double de la pesanteur, du diamétre, & de la roideur de la corde B; je dis que la résistance

qu'oppoſera la corde A : à la réſiſtance qu'oppoſera la corde B : : $2 \times 2 \times 2 = 8 : 1 \times 1 \times 1 = 1$. Cette régle n'a pas beſoin de démonſtration ; elle n'eſt dans le fond qu'un corollaire des régles précédentes. Pour rendre ce Plan de Méchanique complet, il me reſte encore à vous parler, mon cher Chevalier, de la réſiſtance des milieux ; j'en ferai la matière de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

LETTRE ONZIÉME.

Deux eſpèces de Réſiſtances qu'oppoſent les fluides aux còrps ſolides qui les traverſent. Régles pour calculer la Rèſiſtance de la première eſpèce. Régles pour calculer la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce.

IL y a quelque tems, mon cher Chevalier, que je ne vous ai parlé ni de Deſcartes, ni de Newton ; c'eſt leur faute ; aucun des deux n'a travaillé ſur les réſiſtances occaſionnées par les frottemens &

par les cordes. Il n'en eſt pas ainſi de la réſiſtance des *Milieux* ; Newton a beaucoup écrit ſur cette matière ; & ce que je vous rapporterai de lui, ne ſera pas ce qu'il y aura de plus mauvais dans cette lettre. Nous avons déja remarqué dans ſa vie littéraire (*) que tout corps ſolide qui entre dans un fluide, y éprouve comme néceſſairement deux eſpèces de réſiſtances ; l'une vient de la cohéſion des parties du fluide qu'il faut déſunir, l'autre de la quantité de matière qu'il faut déplacer. J'ai des régles à vous donner pour calculer facilement l'une & l'autre. Pour les préſenter d'une manière plus préciſe, je nommerai *Réſiſtance de la première eſpèce* celle qui vient de la cohéſion des parties du fluide qu'il faut déſunir, & *Réſiſtance de la ſeconde eſpèce* celle qui vient de la quantité de matière qu'il faut déplacer.

Première Régle. La Réſiſtance de la première eſpèce eſt en raiſon directe de la viſcoſité des fluides. En effet plus un fluide a

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 93 & ſuiv.

de viſcoſité, plus les parties qui le compoſent ont de cohéſion. Plus les parties d'un fluide ont de cohéſion, plus il eſt difficile de les déſunir. Plus il eſt difficile de déſunir les parties d'un fluide, plus il oppoſe de Réſiſtance de la première eſpèce ; donc la Réſiſtance de la première eſpèce eſt en raiſon directe de la viſcoſité des fluides. Auſſi les Phyſiciens aſſurent-ils qu'un corps ſolide qui entreroit dans le mercure, n'y éprouveroit preſque aucune Réſiſtance de la première eſpèce ; les globules dont il eſt compoſé, n'ont aucune cohéſion ſenſible, les uns avec les autres.

Seconde Règle. La Réſiſtance de la première eſpèce, toutes choſes égales d'ailleurs, eſt en raiſon directe des ſurfaces des ſolides que l'on fait mouvoir dans un fluide. Je ſuppoſe que le corps A, & le corps B ſe meuvent dans le même fluide. Je ſuppoſe encore que le corps A ait une ſurface quadruple de celle du corps B ; je dis que le premier éprouvera une Réſiſtance de la première eſpèce, quadruple de celle qu'é-

prouvera le second. Cette régle n'a presque pas besoin de preuve. Le corps A aura, dans un tems donné, quatre fois plus de parties à diviser que le corps B; donc il éprouvera une Résistance quadruple; donc la Résistance de la première espéce est en raison directe des surfaces des solides que l'on fait mouvoir dans un fluide.

Troisième Régle. La Résistance de la première espèce, tout le reste demeurant égal, est en raison directe des tems que les solides ont employés à traverser le fluide. Je suppose le corps A & le corps B parfaitement égaux en masse, en volume & en figure. Je suppose encore que ces corps traversent le même fluide, l'un en 1, & l'autre en 2 heures; je dis que la Résistance de la première espèce qu'éprouvera le premier : à la Résistance de la première espèce qu'éprouvera le second :: 1 : 2. En voici la démonstration. Si le corps A a demeuré 1 heure, & le corps B 2 heures à traverser le même fluide, le premier a

eu une fois moins de peine, que le ſecond à déſunir les parties dont il eſt compoſé ; donc le premier a éprouvé une fois moins de Réſiſtance de la première eſpèce, que le ſecond. Mais le premier a mis une fois moins de tems que le ſecond, à traverſer le même fluide ; donc la Réſiſtance de la première eſpèce, tout le reſte demeurant égal, eſt en raiſon directe des tems que les ſolides employent à parcourir le fluide.

Quatrième Règle. La Réſiſtance de la première eſpèce, priſe totalement, eſt en raiſon compoſée directe de la viſcoſité des fluides, de la ſurface des ſolides, & du tems employé à traverſer les fluides. Je ſuppoſe que le corps A ait une ſurface triple de celle du corps B ; qu'il traverſe un fluide 2 fois plus viſqueux que celui que traverſe le corps B ; & qu'il employe, pour le traverſer, un tems quadruple de celui qu'employe le corps B ; je dis que la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le corps A : à la Réſiſtance de la première eſpèce qu'éprouvera le corps B : :

$3 \times 2 \times 4 = 24 : 1 \times 1 \times 1 = 1$. Cette régle n'a pas besoin de démonstration ; c'est un Corollaire des trois précédentes. Les régles suivantes regardent la Résistance de la seconde espèce.

Cinquième Régle. La Résistance de la seconde espèce est proportionnelle à la densité du fluide. Je le démontre. La Résistance de la seconde espèce est proportionnelle à la quantité de matière que le corps solide doit déplacer dans un tems donné. Mais la quantité de matière que le corps solide doit déplacer dans un tems donné, est proportionnelle à la densité du fluide, puisqu'un fluide n'est plus dense qu'un autre, que parce que, sous un même volume, il contient plus de matière. Donc la Résistance de la seconde espèce est proportionnelle à la densité du fluide. C'est en confirmation de cette régle, que M. l'Abbé Nollet a fait les expériences suivantes (*).

1°. Ce Physicien à qui la Physique expérimentale

(*) Tome I. Leçon 3e pag. 213 & suivantes.

périmentale a de si grandes obligations, divisa en 2 parties égales une espèce de baquet ou d'auge, par une cloison qui s'étendoit d'un bout à l'autre, pour mettre de l'eau d'un côté, & laisser l'autre plein d'air seulement. Il fit mouvoir dans l'un & l'autre *milieu*, avec la même vitesse, deux boules de métal, égales en masse & en volume; & il éprouva que celle qui se mouvoit dans l'eau perdoit toute sa vitesse en 4, ou 5 secondes, au lieu que l'autre dont les balancemens se faisoient dans la partie de l'auge qui ne contenoit que de l'air, conservoit fort long-tems sa vitesse, & ne la perdoit entièrement qu'après un très-grand nombre de vibrations. Il seroit à souhaiter que M. l'Abbé Nollet eut compté le nombre de secondes qui s'écoulerent, avant que la Résistance de l'air eut réduit la seconde boule à un parfait repos; par-là nous aurions connu s'il est vrai, comme on le dit, que l'air soit huit à neuf cent fois moins dense que l'eau.

2°. M. l'Abbé Nollet a encore éprouvé

que non-feulement les mouvemens fe faifoient d'une manière plus libre dans le vuide de la Machine pneumatique, que dans l'air ; mais qu'encore dans ce vuide, ou pour mieux dire, dans ce plein imparfait les mouvemens s'y faifoient d'autant plus librement, que le Récipient contenoit un air plus raréfié. Dans un Récipient, parexemple, exactement purgé d'air, une petite plume tombe avec autant de facilité, que le corps le plus maffif ; tandis qu'elle eft obligée de voltiger, lorfqu'elle fe trouve dans le fluide que nous refpirons ; donc la Réfiftance de la feconde efpèce eft proportionnelle à la denfité du fluide.

Newton n'a donné cette régle, qu'après avoir fait l'expérience fuivante. Voici ce qu'on lit fur la fin de la Section fixième du livre fecond des Principes mathématiques. Pour comparer entre elles les Réfiftances des *milieux*, j'ai fait ofciller des Pendules de fer alternativement dans le mercure & dans l'eau. La longueur du fil de fer étoit prefque de 3 pieds, & le diamètre

métre du globe du Pendule étoit d'un tiers de pouce environ. Je trouvai que la Résiſtance que le Pendule éprouva dans le vif argent, étoit à celle qu'il éprouva dans l'eau, comme 13 ou 14 à 1 environ; c'eſt-à-dire, comme la denſité du vif-argent à celle de l'eau. J'aurois fait des expériences ſemblables dans d'autres liqueurs tant froides, que chaudes, & ſur des métaux fondus, s'il ne m'avoit pas paru ſuffiſamment certain, par les expériences que je viens de décrire, que la Réſiſtance que des corps mûs très-vite éprouvent, eſt à peu près proportionnelle à la denſité des fluides dans leſquels ils ſe meuvent. Je dis à peu près, & non exactement, parce qu'il n'eſt pas douteux que les fluides qui ont plus de ténacité réſiſtent plus, à denſité pareille, que ceux qui ſont plus fluides. Ainſi l'huile froide réſiſte plus que la chaude, l'huile chaude plus que l'eau de pluie, & l'eau plus que l'eſprit de vin.

Sixième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce, tout le reſte demeurant é-

gal, eſt proportionnelle à la ſurface des ſolides qui ſe meuvent dans un fluide. En effet une ſurface quadruple déplace quatre fois plus de matière; donc, &c. Nous éprouvons nous mêmes tous les jours que l'eau nous réſiſte plus, lorſque nous la pouſſons avec le plat de la main, que lorſque nous la diviſons avec le tranchant ſeulement.

Septième Régle. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce augmente avec la viteſſe du corps qui ſe meut dans un fluide. Je m'explique. Le corps A & le corps B, égaux en maſſe, en volume & en figure, ſe meuvent dans l'eau, l'un avec 1 degré, & l'autre avec 2 degrés de viteſſe; je dis que dans un tems donné, le corps B y éprouvera une plus grande Réſiſtance de la ſeconde eſpèce, que le corps A. Il n'eſt pas néceſſaire, mon cher Chevalier, que je vous en apporte la raiſon; vous voyez auſſi bien que moi que, dans un tems donné, le corps B déplacera plus de matière, que le corps A; donc il éprouvera une plus

grande Résistance de la seconde espèce; donc la Résistance de la seconde espèce augmente avec la vitesse du corps qui se meut dans un fluide.

Huitième Régle. La Résistance de la seconde espèce, prise totalement, est en raison composée directe de la densité des fluides, de la surface des mobiles, & de leur vitesse; c'est-à-dire, si le corps A, avec une surface & une vitesse double de la surface & de la vitesse du corps B, se meut dans un fluide dont la densité soit décuple, l'on pourra faire la proportion suivante; la Résistance de la seconde espèce qu'éprouve le corps A : à la Résistance de la seconde espèce qu'éprouve le corps B : : $2 \times 2 \times 10 = 40 : 1 \times 1 \times 1 = 1$. C'est là le Corollaire des trois dernières Régles; pourroit-il être faux, & par conséquent pourroit-il avoir besoin de démonstration? Voilà, mon cher Chevalier, tout ce que j'avois à vous dire sur les Résistances, de quelque nature, & de quelque espèce qu'elles soient. Je suis sur que

je ne vous aurai pas paru trop long ; il seroit difficile de renfermer dans des bornes plus étroites une matière aussi étendue que celle-là. Je suis, &c.

P. S. Vous devez avoir été étonné, mon cher Chevalier, que je ne vous aie rien dit dans ma lettre du fameux procès qui partage encore aujourd'hui les Physiciens. Les uns veulent que la Résistance de la seconde espèce soit précisément en raison directe de la vitesse du mobile ; les autres prétendent qu'elle est en raison directe du quarré de la même vitesse. Les premiers disent qu'une vitesse double procurant le déplacement d'une quantité double de matière fluide, ne fait éprouver au mobile qu'une Résistance double. Les seconds assurent que cette Résistance est quadruple; & voici le raisonnement sur lequel ils se fondent. Supposons que le corps A & le corps B, parfaitement égaux entre eux, traversent le même fluide, l'un avec 1 de masse & 1 de vitesse, & l'autre avec 1 de masse & 2 de vitesse; non-seulement le

corps B déplacera, dans un tems donné, une quantité double de matière, mais encore il frappera chaque molécule fluide avec une force double de celle avec laquelle des molécules ſemblables ont été frappées par le corps A; donc le corps B éprouvera de la part du fluide une Réſiſtance quadruple de la Réſiſtance qu'aura éprouvé le corps A; donc la Réſiſtance de la ſeconde eſpèce eſt en raiſon directe du quarré de la viteſſe du mobile.

Ce raiſonnement eſt prenant, j'en conviens, mais il ne formera jamais une démonſtration, s'il n'eſt étayé d'un bon calcul. En voici un qui me paroit exact, mais qui n'eſt guères favorable au ſentiment de ceux qui ſe déclarent pour le quarré de la viteſſe. Je prens le Cylindre A & le Cylindre B. Je les ſuppoſe auſſi denſes que l'eau, & parfaitement égaux entre eux. Je donne au premier un degré de viteſſe qui lui faſſe parcourir, dans la première ſeconde de tems, la longueur de ſon axe, & au ſecond 3 degrés de viteſſe qui lui faſ-

ſent parcourir, dans le même tems, 3 fois la longueur de ſon axe. Cela ſuppoſé, voici comment je raiſonne.

1°. N'eſt-il pas évident que le Cylindre A, en parcourant la longueur de ſon axe, a déplacé une maſſe égale à la ſienne, & qu'il lui a communiqué la moitié de ſa viteſſe, c'eſt-à-dire, la moitié d'un degré. La Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'il a éprouvée de la part de l'eau, eſt donc repréſentée par la viteſſe perdue, ou par la fraction $\frac{1}{2}$?

2°. N'eſt-il pas évident que toutes les fois que le cylindre B a parcouru la longueur de ſon axe, il a perdu la moitié de ſa viteſſe ? Il a donc perdu 1 degré $\frac{1}{2}$ de vîteſſe, la première fois qu'il a parcouru la longueur de ſon axe; la ſeconde fois il en a perdu les $\frac{3}{4}$ d'un degré; & la troiſième fois la moitié des $\frac{3}{4} = \frac{3}{8}$ d'un degré; donc le Cylindre B a éprouvé de la part de l'eau une Réſiſtance de la ſeconde eſpèce qu'on peut repréſenter par la viteſſe qu'il a perdue, c'eſt-à-dire, par la fraction $\frac{21}{8}$; donc

la résistance de la seconde espèce que le cylindre A a éprouvée : à la résistance de la seconde espèce éprouvée par le cylindre B :: $\frac{1}{2}$: $\frac{21}{8}$.

3°. N'est-il pas évident que si le sentiment de ceux qui se déclarent pour le quarré de la vîtesse, étoit fondé ; il faudroit pouvoir faire la proportion suivante ; la Résistance de la seconde espèce éprouvée par le cylindre A : à la Résistance de la seconde espèce éprouvée par le cylindre B :: 1, *quarré de la vitesse du cylindre* A : 9, *quarré de la vitesse du cylindre* B. Il faudroit donc pouvoir dire, $\frac{1}{2}$: $\frac{21}{8}$ :: 1 : 9. Mais cette dernière proportion est fausse ; donc le sentiment de ceux qui se déclarent pour le quarré de la vitesse, n'est pas soutenable. Dans l'hypothése que e viens de faire, je le sçais, le cylindre B qui a 3 degrés de vitesse contre 1, éprouve de la part de l'eau une Résistance de la seconde espèce plus que triple de la Résistance qu'éprouve le cylindre A, puisque celui-ci ne perd

que la $\frac{1}{2}$ de sa vitesse, & que celui-la en perd $\frac{21}{8}$; mais je sçais aussi que le cylindre B n'éprouve pas neuf fois plus de résistance. Aussi me suis-je bien gardé de vous dire que la Résistance de la seconde espèce fut en raison directe de la vitesse, ou du quarré de la vitesse du mobile. J'ai avancé seulement que cette Résistance augmentoit avec la vitesse du mobile ; ce que personne ne se fera jamais une peine d'avouer. Chacun pourra calculer dans les différentes occasions combien de tems il faudra à un mobile pour perdre toute sa vitesse, en vertu de la Résistance de la seconde espèce. Il n'est besoin pour faire ce calcul, que de connoitre la densité du mobile, celle du fluide, & la manière dont se communique la vîtesse dans le choc des corps ; c'est bien là ce que l'on peut appeller les premières notions de la Physique,



LETTRE DOUZIÉME.

Examen de ce que doit ſçavoir un Phyſicien ſur les Plantes terreſtres & marines. Plan d'une Botanique générale.

LEs Plantes qui font le plus bel ornement de la ſurface de la Terre, préſentent, mon cher Chevalier, un méchaniſme admirable qu'il ne faut pas manquer d'examiner dans une Phyſique terreſtre. Un Phyſicien, je le ſçais, n'eſt pas obligé de ſçavoir les noms, encore moins la vertu des Plantes; jamais la Botanique particulière n'a été regardée comme une partie de la Phyſique proprement dite. Il n'en eſt pas ainſi de la Botanique générale; elle eſt directement de ſon reſſort, & ſi quelqu'un ignore comment naiſſent les Plantes, comment elles vivent, & comment elles meurent, il eſt obligé de convenir par-là même qu'il n'a point encore lu de Phyſique compléte, donnée dans toutes les régles.

Si la mort ne nous eut pas enlevé Descartes à la fleur de son âge, son livre des Principes de la Philosophie contiendroit six parties, au lieu de quatre; & les Plantes n'auroient pas été oubliées dans la cinquième. Voici comment il s'exprime à la fin de cet Ouvrage (*a*) : *Plura non adderem in hac quartâ Principiorum Philosophiæ parte, si (quemadmodum mihi antehàc in animo fuit,) duas adhuc alias, quintam scilicet de Viventibus, sive de Animalibus & Plantis, ac sextam de Homine essem scripturus.* Newton lui-même qui n'a presque rien donné sur la Physique terrestre, a cru devoir dire 2 mots sur les Plantes dans les Questions qui terminent son Traité d'Optique (*b*). Ce qu'il a avancé, j'en conviens, ne mérite pas d'être rapporté; mais au moins prouve-t-il la nécessité, où nous sommes, de ne pas omettre ce qui regarde les Plantes, considérées en général, dans un Plan de Physique. Voici donc la

(*a*) *Parte 4 Principiorum paragrapho* CLXXXVIII.
(*b*) Questions XXX & XXXI.

marche que, je voudrois que l'on suivit dans les Écoles.

1°. Puisque les Plantes sont des corps organisés, capables de la simple végétation, il faudroit faire remarquer, au commencement d'un Traité de Botanique générale, que cette végétation se fait par les loix de la Méchanique ; & qu'admettre dans les Plantes une Ame végétative, c'est non seulement admettre dans la Nature un Être chimérique, c'est encore admettre en Physique une opinion qui conduit directement au Matérialisme. On ne sçauroit trop se précautionner contre les Assertions monstrueuses dont sont infectés les livres de Sciences, depuis un certain nombre d'années.

2°. Je voudrois qu'après avoir disséqué les principales parties des Plantes, je veux dire, la racine, le tronc, les branches, les feuilles, les fleurs, les fruits, & la semence, l'on mit sous les yeux des jeunes Physiciens, les principaux organes qui servent à la végétation, c'est-à-dire, les fi-

bres du bois & de l'écorce, les trachées; les valvules, &c.

3°. Après une pareille description, une dissertation sur la graine, ou la semence ne seroit pas déplacée. Que de belles choses un Physicien ne peut-il pas dire à cette occasion ! Et d'abord, qu'avec l'immortel Polignac (*a*), il invite tous les curieux à examiner avec un miscroscope quelqu'une de ces graines qui leur paroissent si méprisables, & qu'il leur fasse appercevoir dans leur ordre naturel toutes les parties de la plante, ou de l'arbre qui doit en sortir. Qu'il leur fasse remarquer que si leurs yeux pouvoient pénétrer jusqu'au fond de ces inaccessibles retraites, ils verroient des millions de germes contenus les uns dans les autres; & qu'il conclue que tous sans exception doivent leur existence immédiatement au Créateur ; aussi ce que le vulgaire regarde comme une production naturelle, étoit-il long-tems avant que d'éclore.

Nos observateurs pourront ensuite con-

(*a*) Anti-lucrèce, livre 7.

sidérer cette même semence dans le sein de la terre. Conduit par le sage & l'élégant Pluche (*a*) ils apprendront comment les sucs nourriciers, mis en mouvement par la chaleur qui regne dans l'intérieur de notre globe, entrent dans les lobes de la graine, réduisent ces lobes en une espèce de bouillie, se couvrent d'une pellicule, s'insinuent dans la radicule & dans la tige, développent les fibres de l'une & de l'autre, & donnent par-là naissance à une nouvelle Plante. La grande & l'importante conséquence que vous tirerez de tout ceci, mon cher Chevalier, c'est qu'il est aussi impossible qu'une Plante, quelque chétive qu'elle vous paroisse, naisse sans semence, qu'il est impossible qu'un homme se trouve dans le monde par hazard, & sans le secours d'un pere & d'une mere.

4°. La question sur la naissance des plantes une fois discutée, je voudrois qu'on passât à celle qui regarde leur vie. Rien ne

(*a*) Spectacle de la Nature. Tome I. Entretien XIV.

ſera plus aiſé que de prouver que les plantes reſpirent, qu'elles digérent, & que leur ſéve a un véritable mouvement de circulation. Nous avons des expériences ſans nombre qui nous donnent droit de l'aſſurer; je vous les rapporterai, lorſque j'en viendrai à l'exécution du plan de Botanique générale que j'ai cru devoir vous tracer.

5°. Les Plantes ſont ſujettes à des maladies & à la mort. Il faut dans un Traité de Botanique ne pas omettre ces deux points importans; il faut même indiquer, mais en très-peu de mots, les remédes qu'on a coutume d'employer dans ces ſortes d'occaſion. Vous comprenez que je parle ici des maladies ordinaires & communes à preſque toutes les plantes; un Phyſicien n'eſt pas obligé de parler des autres; la Botaque particulière, comme je vous l'ai déja fait remarquer, n'eſt pas de ſon reſſort.

6°. Un Phyſicien eſt encore moins obligé de connoître les plantes marines; je lui conſeillerois cependant d'en avoir une notion; quelle honte pour lui, ſi dans une

compagnie, il venoit à confondre le corail de mer avec le corail de jardin, ou le champignon marin avec le champignon terreſtre! Je voudrois ſurtout qu'il apprit comment naiſſent, & comment croiſſent ces ſortes de plantes; il trouvera dans les ouvrages du célébre Tournefort des choſes admirables ſur cette matière.

Mais je ne m'apperçois pas, mon cher Chevalier, que ma lettre commence à devenir longue; il faut cependant que je prenne le ſtile laconique, ſi je veux renfermer dans un ſeul volume tous les plans que je vous ai annoncé au commencement de cette troiſième partie. Je ſuis, &c.



LETTRE TREZIÉME.

Différens ſentimens ſur la nature des Bêtes. Obſcurité de cette matière, & par-là impoſſibilité qu'il y a de tirer de l'Ame des Bêtes aucun argument en faveur du Matérialiſme.

NEwton prétend que l'on n'a droit de paſſer pour Phyſicien, que lorſqu'on eſt en état de réſoudre une foule de queſtions qu'il propoſe ſur la fin de ſon Optique (1). L'une de ces queſtions, mon cher Chevalier, eſt celle-ci : *Quel eſt cet inſtinct que nous reconnoiſſons dans tous les Animaux ?* Deſcartes répond ſans héſiter que cet inſtinct n'eſt qu'un mot vuide de ſens, & que les Bêtes ſont de purs automates, dont toutes les opérations s'expliquent à merveilles par les loix de la Méchanique ; il veut en un mot que ce chien fidéle qui conduit un aveugle avec tant

(1) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 96.

de fureté, n'ait pas plus de connoiſſance que ma montre qui m'indique les heures, ou mon bâton qui m'empêche de faire mille faux pas (1).

Plusieurs Philoſophes ſoutiennent que les Bêtes ont une Ame d'une eſpèce inférieure à celle de l'Homme, qui dirige leur corps à peu près comme notre Ame dirige le notre. Leur demande-t-on ſi cet Ame eſt *matière* ? ils répondent que non. Ils font la même réponſe à ceux qui leur demandent ſi elle eſt *eſprit* ; & ils ajoutent que la *matière* & l'*eſprit*, étant évidemment deux êtres contraires, & non pas deux êtres contradictoires, ils ont droit d'être ſurpris qu'on ne reconnoiſſe pas, au moins comme poſſibles, des millions & des millions d'êtres mitoyens qui ſoient par leur nature auſſi ſupérieurs à la matière, qu'ils ſont inférieurs à l'eſprit.

Vous me demanderez ici peut-être, mon cher Chevalier, ce que je penſe ſur la nature des Bêtes. Je vous ai déja avoué dans

(1) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 77 & ſuiv.

la vie littéraire de Descartes (1) que je ne pouvois pas m'imaginer que ce fussent de purs automates. Elles ont donc une Ame, *ajouterez-vous ;* je le pense ainsi, mais ce ne sera pas dans un plan de Physique que je vous développerai mes pensées sur cette matière ; elles sont assez neuves & assez originales, pour n'être discutées que dans une dissertation dans toutes les formes ; je vous l'enverrai en tems & lieu. Il y a cependant une chose que je ne veux pas manquer de vous faire remarquer. La voici. Nos prétendus esprits forts ont tiré de la nature de la Bête leurs plus grands argumens en faveur du matérialisme. Cette démarche me paroit insensée. Ecoutez-moi quelque momens, je suis en état de vous le démontrer.

1°. Pour que les Bêtes pussent fournir un argument raisonnable à nos Matérialistes, il faudroit qu'ils eussent une connoissance claire & distincte de leur nature. Mais, de l'aveu de tous les Philosophes, personne

(1) Même Tome & même page.

n'aura jamais une connoiſſance claire & diſtincte de la nature des Bêtes ; tout au plus fera-t-on à cette occaſion des conjectures plus ou moins heureuſes ; donc les Bêtes ne ſçauroient fournir à nos Matérialiſtes un argument raiſonnable.

2°. Suppoſons pour un moment que le ſentiment de Deſcartes ſur la nature des Bêtes ſoit non ſeulement vrai, mais encore démontré ; quelle conſéquence favorable au matérialiſme ſera-t-il poſſible d'en tirer ? Je n'en vois aucune. Deſcartes avouë, j'en conviens, que les Bêtes ne ſont que matière, mais il ajoute en même-tems qu'elles n'ont, je ne dis pas aucun degré de connoiſſance, mais même aucun degré de ſentiment ; donc l'opinion de Deſcartes n'eſt pas favorable au matérialiſme.

3°. Suppoſons maintenant qu'il n'y ait rien de mieux démontré que le ſentiment de ceux qui donnent aux Bêtes une Ame capable de connoitre & de ſentir ; que s'enſuivra-t-il de cette démonſtration ? Que la matière penſe, point du tout ; ces Philoſophes

n'ont jamais regardé comme matière l'Ame qu'ils unissent au corps de la Bête ; donc de la nature des Bêtes les impies de nos jours ne sçauroient tirer aucun argument raisonnable en faveur du matérialisme.

Ainsi le pensoit le grand Polignac. J'ai développé, *disoit-il* (*a*), toutes les raisons qui fondent le doute des Philosophes sur la réalité de l'ame des Bêtes. Dans une matière obscure, le doute est l'effet d'une prudence éclairée qui craint de se tromper. Si mon explication (*b*) n'est pas véritable, elle le peut être : & c'en est assez, je le répéte, pour faire de cette question un probléme difficile, je dirois presque insolu ble. Or toute conséquence tirée d'un Principe incertain, est elle-même incertaine. Tout ce que vous prétendiez inférer de cette Ame des Bêtes, contre les propriétés de la nôtre, ne conclut donc rien. Donnez aux bêtes une ame incorporelle, ou prononcez nettement qu'elles n'en ont point.

(*a*) Anti-lucrèce livre 6e, sur la fin.

(*b*) Les Bêtes machines.

Mais quelque parti que vous preniez, cherchez à connoître l'Ame de l'Homme, uniquement par elle-même, en laiſſant les animaux dans la nuit épaiſſe qui dérobe leur nature à nos yeux.

4°. Les Bêtes ont un corps dont la connoiſſance appartient directement à la Phyſique. Comme ſon intérieur & ſes opérations ſont ſemblables à l'intérieur & aux opérations du corps de l'homme, je vous en parlerai dans la lettre ſuivante. Je ſuis &c.

LETTRE QUATORZIÉME.

Plan général d'un Traité de Phyſiologie. Néceſſité des connoiſſances qu'il contient. Diviſion de ce Traité en 3 parties. Idée de chacune de ces parties.

L'Homme, en faveur de qui a été tiré du néant ce Monde dont je viens de vous ébaucher le tableau, fera, mon cher Chevalier, le ſujet de la dernière lettre de la 2ᵉ partie de la Phyſique terreſtre.

C'eſt ce Chef-d'œuvre ſorti des mains du Maître ſupréme, que le Phyſicien doit contempler avec l'attention la plus réfléchie ; & s'il laiſſe au Métaphyſicien le ſoin de conſidérer la plus noble partie de cet admirable composé, il ne ſçauroit ſe diſpenſer de parler de la manière la plus étendue de cette portion de matière, organiſée avec tant d'art, à laquelle notre ame eſt unie, & des opérations dont cette même matière eſt l'inſtrument néceſſaire & l'occaſion immédiate. Deſcartes ne l'a pas ignoré ; auſſi ſon Traité de l'homme eſt-il un de ceux qu'il a le mieux travaillé. Je compte que vous avez préſent à l'eſprit l'abrégé que je vous en envoyai autrefois (*) ; vous y trouverez de quoi remplir le Plan de Phyſiologie que je vais vous tracer.

1°. Puiſque l'homme n'a, après ſon ame, rien de plus cher que ſon corps, un des premiers ſoins du Phyſicien doit être d'en connoitre les parties principales, leur nom, leur poſition, leurs fonctions, &c.

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 81 & ſuiv.

Un

Un Traité de Physiologie devroit donc commencer par une explication claire & succincte des termes ordinaires dont les Anatomistes ont coutume de se servir ; & l'arrangement de ces termes devroit être tel, que l'*ensemble* présentât comme le tableau général du corps humain.

2°. Après cette espèce de Dictionnaire anatomique, il faudra diviser la Physiologie en 3 parties. Dans la première l'on expliquera les actions purement animales de l'homme ; dans la seconde ses actions vitales ; & dans la troisième ses sensations.

3°. Les actions animales de l'homme sont la digestion, la nutrition, la formation du chile, du sang, des esprits vitaux &c. Rappellez-vous comment je vous les ai expliquées, pour l'ordinaire d'après Descartes, dans le compte que je vous ai rendu de son Traité de l'homme (*)

4°. Nos fonctions vitales sont la respiration & la circulation du sang. La première a pour causes physiques les muscles inter-

(*) Tom. I. de cet Ouvrage, pag. 82 & suiv.

coſtaux & le diaphragme. Celui-ci, tantôt en s'abbaiſſant, & tantôt en ſe relevant ; ceux-là, d'abord en ſe gonflant, & enſuite en s'allongeant, aggrandiſſent & retréciſſent ſucceſſivement la capacité de la poitrine. L'air extérieur s'inſinue comme néceſſairement dans la poitrine aggrandie ; & voilà ce qu'on appelle *inſpirer* : ce même air eſt obligé de ſortir de la poitrine, lorſqu'elle ſe retrécit, & voilà ce qu'on entend par *expirer*. La reſpiration n'étant donc qu'un double mouvement d'*inſpiration* & d'*expiration*, il eſt évident que les muſcles intercoſtaux & le diaphragme en ſont les cauſes phyſiques.

Pour la circulation du ſang dont Deſcartes nous a ſi bien tracé le cours (*a*), elle a évidemment pour cauſes les mouvemens de *Diaſtole*, ou de dilatation, & de *Siſtole*, ou de contraction du cœur. Mais pourquoi le cœur eſt-il continuellement en *diaſtole* pour recevoir le ſang, ou en *ſiſtole* pour le rendre ? Grande & difficile queſtion.

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 84.

Je crois que l'on s'écarteroit moins de la vérité, que n'a fait Descartes (*a*), si l'on en cherchoit la cause, d'abord dans les esprits vitaux, à l'entrée & à la sortie desquels les muscles & les nerfs doivent leur contraction & leur production ; ensuite dans le ressort de l'air renfermé entre les fibrilles du cœur. Ce fluide, après avoir été violemment comprimé par le sang qui entre avec impétuosité dans les ventricules, se débande, chasse ce même sang, du ventricule droit dans l'artére pulmonaire, du ventricule gauche dans l'aorte, & fait passer le cœur de l'état de diastole à celui de sistole.

5°. Les sens avec leurs organes doivent surtout occuper le Physicien dans un Traité de Physiologie. On les divise en externes & internes. Les sens externes sont le Tact, le Gout, l'Odorat, l'Ouie & la Vûe. Je vous ai assez parlé des 4 premiers, en vous rendant compte du Traité de l'homme de Descartes (*b*), & du cinquième, en vous

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 95.

(*b*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 87 & suiv.

rendant compte de ſa Dioptrique (*a*), pour être en droit de me diſpenſer de reprendre cette matière.

Les trois ſens internes ſont le Sens commun, la Mémoire & l'Imagination. J'ai aſſigné pour l'organe du premier, non pas la glande pinéale, où Deſcartes plaçoit le ſiége de l'Ame, mais le centre ovale, où ſe réuniſſent les principaux nerfs du corps (*b*). Il n'eſt pas auſſi facile de fixer l'organe de la Mémoire, & celui de l'Imagination. Ils ſont, il eſt vrai, dans le cerveau; mais dans quelle partie ſe trouvent-ils? Voilà ſur quoi l'on ne fera jamais que de ſimples conjectures. Si j'en adoptois quelqu'une, ce ſeroit celle qui donne pour organe à la Mémoire la partie cendrée, & à l'Imagination la partie calleuſe du cerveau. En effet la première me paroit très propre à conſerver les veſtiges, & la ſeconde à recevoir les images des objets que nous nous repréſentons.

Mais ce que je vous prie de bien remar-

(*a*) Même Tome pag. 334 & ſuivantes.

(*b*) Même Tome pag. 123 & ſuivantes.

quer, mon cher Chevalier, c'eſt que je ne vous ai parlé juſqu'à préſent que des ſenſations *occaſionnelles*, c'eſt-à-dire, de ce qui fournit l'occaſion à notre ame de produire ces actes ſpirituels, auxquels nous avons donné le nom de ſenſations. Toute Ame eſt ame, *dit M. de Polignac* (*), ſoit qu'elle atteigne les plus ſublimes objets, ſoit qu'elle ſe borne aux moins relevés. Elle agit de mille façons diverſes; & de cette variété nait la différence des noms que nous donnons à ſes opérations. Nous diſons qu'elle produit des *ſenſations*, lorſque par l'entremiſe de certains organes, elle connoit les êtres matériels, dont l'impreſſion agit ſur les membres qui lui ſont aſſociés. Elle exerce ſon *imagination*, lorſqu'elle ſe repait d'images gravées dans les fibres du cerveau. Elle fait agir ſa *Mémoire*, toutes les fois que faiſant la revue des tréſors que renferme ce dépôt précieux, elle parcourt des objets dont les traces ſe conſervent inaltérables. L'*Intellect* de l'Ame s'éleve par

(*) Anti-lucrèce, liv. 6[e] vers le milieu.

ſon eſſor au-deſſus de tout objet corporel, examine deux idées, les compare, forme la chaîne d'un raiſonnement, & contemple avec ſagacité ce qu'elle ignore dans ce qu'elle connoit. Sa *volonté* deſire d'être unie à ce qui lui paroit avantageux, d'être ſéparée de ce qui s'offre à ſes regards ſous l'apparence du mal. Enfin l'*eſpérance*, la *crainte*, la *colère*, l'*amour*, la *joie*, la *triſteſſe*, & tous les autres ſentimens qui l'affectent, ſont des modifications différentes d'un même être.

Ainſi parle M. le Cardinal de Polignac. Que les Matérialiſtes apprennent de ce grand Homme qu'il n'eſt rien de plus abſurde que de regarder certains actes de notre Ame, comme des actes matériels; elle n'en produit aucun qui ne ſoit, comme elle, intrinſéquement & eſſentiellement ſpirituel. Mais cette matière appartient directement à la Métaphyſique. Attendons, pour avoir droit d'en parler, que je vous aie dit deux mots de la troiſième Partie de la Phyſique terreſtre. J'ai droit, avant que

d'y paſſer, à une de vos lettres; je l'attens avec impatience; je ſuis curieux de ſçavoir ſi j'ai fait dans cette ſeconde partie des omiſſions conſidérables. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER.

CE ne ſont pas des omiſſions, Monſieur, ce ſeroient plutôt des longueurs que j'aurois à relever dans quelques-unes des lettres qui forment la ſeconde Partie de votre Phyſique terreſtre. Il me paroit que vous avez oublié de tems en tems la loi que vous vous êtes impoſée au commencement de ce volume, de ne donner que de ſimples plans, & non des queſtions traitées dans toutes les formes. En effet comment traiterez-vous dans votre cours de Philoſophie la Figure de la Terre, les Tuyaux capillaires & les Réſiſtances, ſi vous regardez comme des eſſais & des canevas ce que vous venez de m'en dire. C'eſt là le plus grand défaut que j'aie trouvé dans les huit lettres précédentes. Ce défaut, je le ſçais, fera plaiſir à

bien des lecteurs ; mais n'importe, ce n'en est pas moins un défaut. Je ne crois pas y être tombé dans le Plan de Métaphysique & de Morale que je traçai, il y a quelques jours. Je vous les communiquerai, si vous le jugez à propos ; mais ce ne sera que lorsque vous m'aurez envoyé celui, où vous devez me donner une idée de la troisième Partie de la Physique terrestre. Je suis, &c.

LETTRE QUINZIÉME.

Feux souterreins. Tremblemens de Terre causés par ces feux. Analogie entre les Tremblemens de Terre & le Tonnerre. Exposition & preuves de cette analogie.

PÉnétrons jusques dans les entrailles de la Terre, mon cher Chevalier ; examinons-en l'intérieur avec soin ; & tâchons de découvrir des secrets qu'il paroit presque téméraire de sonder. La chaleur qui regne dans le sein de notre globe, m'indique d'abord un feu central, ou plusieurs feux sou-

terreins dont quelques-uns peut-être sont allumés depuis le commencement du Monde. Ce sont ces feux que Descartes regarde comme la cause des volcans & des tremblemens de terre ; vous me l'avez dit vous même, en me rendant compte de la quatrième Partie de son livre des Principes (*). Newton, malgré son antipathie contre Descartes, n'a pas pu s'empêcher d'adopter ce sentiment. Voici comment il s'exprime presqu'au commencement de sa 31e Question : *Si consideremus quàm multum sit sulphuris intra terram, & quàm calidæ sint partes interiores terræ ; fontésque fervidos contemplemur, montésque ardentes, mephitésque subter terram subitaneas, & vapores inflammabiles ; coruscationes metallicas, terræ motus, exhalationes æstuosas & suffocantes, ventorum turbines, immanésque aquæ marinæ in cælum usque elatos & contortos vortices ; utique intelligere poterimus, omninò ita comparatam esse terram, ut in visceribus ejus abundent vapores sulphurosi, qui cum minerali-*

(*) Tome I, de cet Ouvrage, pag. 257.

bus fermentescere debeant, & interdum ignem concipere, cum subitâ coruscatione & displosu; & si fortè in cavernis subterraneis arctè inclusi contineantur, vehementer conquassare terram, & cavernas ejus disrumpere, quemadmodum cuniculi pulvere tormentario repleti terram suffossam mirâ cum violentiâ disjiciunt: quod cùm accidit, tum vapores explosione istâ generatos, per occultos terræ meatus expirare, æstuososque sentiri & suffocantes; procellasque, turbines & tempestates ciere, efficereque nonnunquam, ut terræ tractus de locis suis transportentur, ebulliátque mare, & guttatim subvehantur in cœlum aquæ, quæ deinceps acervatim & vorticoso pondere corruunt, quasi è nubibus effusæ. Relisez maintenant les endroits de la vie littéraire de Descartes que je vous ai cités un peu plus haut; & vous verrez si nos deux Philosophes ne pensent pas de la même manière sur les Causes physiques des tremblemens de terre.

C'est ici le lieu, mon cher Chevalier, de tenir la parole que je vous donnai autre-

fois (*a*). Je me rappelle très-bien que je m'engageai à vous prouver dans cette troisième Partie, que la matière électrique pourroit bien avoir quelque part aux terribles secousses dont notre globe n'est que trop souvent agité. Rappellez-vous à votre tour quel est mon systéme sur l'électricité (*b*), & avec quelle facilité l'on explique dans ce systéme tous les effets du tonnerre (*c*). Ces connoissances supposées, voici comment je raisonne.

1°. Ce qui cause le tonnerre dans l'athmosphére terrestre, ce sont des particules sulphureuses & bitumineuses mises dans l'état actuel d'électricité. Il y a dans le sein de la Terre un nombre infini de semblables particules déja échauffées, que le moindre frottement peut rendre électriques. De ces particules électrisées il sortira des bluettes qui enflammeront des tas énormes de souffre & de bitume ; & ces tas enflammés cau-

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 268.
(*b*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 97 & suiv.
(*c*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 46 & suiv.

feront les plus violents tremblemens de Terre.

2°. Ce qui met dans l'athmoſphére terreſtre les particules ſulphureuſes & bitumineuſes dans l'état actuel d'électricité, ce ſont des vents contraires qui les portent les unes contre les autres. Manque-t-il dans le ſein de la Terre de vents contraires qui puiſſent produire le même effet dans les ſouffres & les bitumes qui y ſont renfermés ?

3°. Ces ſecouſſes terribles dont l'atmoſphére eſt agitée, ces bruits effroyables dont elle retentit, ont pour cauſe une certaine quantité d'air, que les flammes électriques ont dilaté, & que le reſſort & les loix de l'équilibre forcent à reprendre ſon premier état. N'y a-t-il pas dans les cavités ſouterreines un air intérieur, que les ſouffres & les bitumes allumés dilatent, & qui ne ſort du ſein de la Terre, qu'après avoir ébranlé, ſouvent même bouleverſé certaines de ſes contrées ?

Ce ne ſera pas donc faire un roman en Phyſique, mon cher Chevalier, que d'aſ-

ſurer que les mêmes cauſes qui produiſent le tonnerre dans l'athmoſphére terreſtre, occaſionnent dans le ſein de notre globe ces ſecouſſes épouvantables donr il eſt agité; & puiſque nous reconnoiſſons la matière électrique pour cauſe de celui-là, pourquoi ne la reconnoitrions-nous pas pour cauſe de celles-ci? Newton n'auroit pas nié cette analogie, lui qui explique le tonnerre préciſément de la même manière qu'il vient d'expliquer les tremblemens de Terre. Voici ſes propres paroles (*) : *Exhalationes quædam ſulphuroſæ omni tempore, quando terra fit ſiccior, in aërem aſcendentes, fermenteſcunt ibi cum acidis nitroſis; nonnumquam ignem concipientes, fulmina generant & tonitrua, aliaque meteora ignea. Abundat enim aër vaporibus acidis fermenteſcendo aptis.* M. le Cardinal de Polignac qui regarde comme glacé le nuage qui porte la foudre, & qui par-là même n'a pas expliqué ce météore d'une manière bien phyſique, reconnoit cependant une véritable analogie

(*) Queſtion 31 vers le commencement.

entre le tonnerre & les tremblemens de terre ! Le feu, *dit-il* (*), réside dans les entrailles de la Terre, & sa chaleur raréfie l'air, renfermé dans ces profondes cavernes. Ce sont les efforts que fait cet air raréfié pour sortir de sa prison, qui produisent ces tremblemens de terre si terribles. C'est ainsi que se forme le tonnerre dans la région supérieure de l'athmosphére. Un nuage composé de vapeurs & d'exhalaisons bitumineuses, contient un grand nombre de particules de feu, séparées d'abord les unes des autres. Mais le froid vient-il à condenser l'air ? Elles se rassemblent aussi-tôt vers le centre : alors elles s'agitent, roulent sur elles mêmes, échauffent le bitume ; le bitume s'enflamme, la flamme dilate l'air qui rompt avec un bruit terrible les barrières glacées que le froid oppose à son impétuosité, &c.

Ce seroit maintenant le tems, mon cher Chevalier, de vous expliquer, dans le systéme que je viens de vous proposer, tous les effets des tremblemens de terre. Mais je

(*) Anti-lucrèce, livre 5.

me garderai bien d'entrer dans une pareille discussion. Je ne veux pas m'exposer une seconde fois au reproche que vous venez de me faire. Je me contenterai donc de vous faire remarquer, en finissant cette lettre, que si de tems en tems les feux souterreins ont des effets funestes, ils en produisent habituellement de très-bons. C'est à leur action que nous devons la formation des Fossiles dont je dois vous entretenir dans la suite. Je suis, &c.

LETTRE SEIZIÉME.

Fossiles considerés en général. Examen de quelques espèces de Fossiles dont il est nécessaire de parler dans une Physique terrestre.

CE qui regarde les *Fossiles*, doit faire le fond de la troisième Partie de la Physique terrestre. L'on donne ce nom, mon cher Chevalier, à tout ce qu'on tire du sein de la Terre. Sur ce Principe les pierres ordinaires

& précieuses, le sel gemme, le nitre, le souffre, le bitume, le vitriol, les métaux, & l'aiman doivent être rangés dans la classe des Fossiles. Je crois devoir vous parler, dans deux lettres séparées, des Métaux, & de l'Aiman ; les autres Fossiles feront en deux mots la matière de celle-ci.

1°. Après les observations du célébre Tournefort, l'on sçait assez à quoi s'en tenir sur la formation des pierres. Je ne vous crois pas tenté de penser là-dessus comme Descartes. Son sentiment n'est pas cependant insoutenable (*); & pour peu qu'il vous fit plaisir, je ne vous empêcherois pas de le suivre. Mais quelque hypothése que vous fassiez, souvenez-vous d'expliquer par les mêmes Principes la génération des pierres ordinaires & celle des pierres précieuses. La matière des premières est, je le sçais, beaucoup plus grossière que celle des secondes ; mais ce n'est-là qu'un accident ; le fond de la question consiste à sçavoir si les pierres viennent d'une semence présupposée, ou non ;

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 109.

Tournefort l'assuroit, Descartes le nioit; je vous ai apporté en son lieu les raisons pour & contre; c'est à vous à prendre votre parti. Je ne vous parlerai pas aussi des causes de la transparence & de l'opacité des pierres; je vous ai expliqué ce point de Physique dans la vie littéraire de Newton (*); il est impossible de ne pas adopter l'explication de ce célébre Physicien.

2°. Le sel gemme est un véritable fossile; on le tire du sein de la terre, à peu près comme les métaux & les minéraux. Peut-être y a-t-il été déposé depuis le déluge? Peut-être y a-t-il été créé pour le besoin des peuples qui se trouvent à une trop grande distance de la mer? Ce qui paroit probable, c'est que les puits salans sont formés par des eaux qui ont passé par des mines de sel gemme. Comme ce sel est de la même espèce que celui qu'on tire des eaux de la Mer, l'on est obligé d'avouer que Descartes & Newton ont fait sur la nature du sel des conjectures qu'il n'est pas possible d'adop-

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 63 & suiv.

ter; nous les avons rapportées dans leurs vies littéraires (*a*). Il est encore moins possible de suivre Newton, lorsqu'il assure que quelques grains de sel, jettés au fond d'un vase, ne salent également l'eau qu'il contient, que parce que les parties salines sont douées d'une véritable force répulsive. *Annon hoc indicat partes salis, vel vitrioli, à se mutuò recedere, & se se expandere conari quaquà versùs, tàmque longè à se invicem sejungi, quàm patitur aquæ, in quâ innatant, spatium? Et annon conatus iste ostendit, utique habere eas vim quamdam repellendi, quâ à se invicem diffugiunt, aut saltem fortiùs eas aquam attrahere, quàm semetipsas mutuò? Etenim quemadmodum corpora illa omnia in aquâ ascendunt, quæ Telluris gravitate minùs sunt attracta, quàm est aqua ipsa; ita omnes salis particulæ quæ in aquâ innatant, minùsque ab unâ quâlibet salis particulâ sunt attractæ, quàm est aqua ipsa, recedant necesse est à particulâ illâ, & aquæ fortiùs attractæ locum dent* (*b*). Je ne crois pas, mon

(*a*) Tom. I. de cet Ouvrage, p. 34. Tom. II. p. 109.

(*b*) Question XXXI. vers le milieu.

cher Chevalier, que l'on puiſſe expliquer d'une manière plus obſcure la choſe du monde la plus ſimple. Pour moi je ſuis perſuadé que le ſel diſſous ſe mêle avec l'eau, à peu près comme les acides ſe mêlent avec leurs alkalis.

3°. Dans un Traité que l'on donneroit dans les formes ſur les Foſſiles, il ne faudroit pas oublier quelques eſpèces de ſels moins communs, comme le ſel ammoniac, le ſel de tartre, le ſalpétre, ou le nitre, l'alun, le vitriol, &c. L'on trouvera dans tous les ouvrages des Chymiſtes, & ſurtout dans la Chymie de Lemery, commentée par Baron, des choſes excellentes ſur ces ſortes de ſels.

4°. Vous trouverez dans le même ouvrage de très-bonnes choſes ſur la nature du ſouffre & du bitume. Deſcartes & Newton n'ont rien dit ſur ces Foſſiles, qui mérite d'être rapporté. Je ſuis, &c.



LETTRE DIX-SEPTIÉME.

Nature, division & formation des Métaux dans le sein de la Terre. Causes physiques de leur augmentation de poids par la calcination.

QUelle idée doit-on avoir des Métaux, considérés en général? En combien d'espèces peut-on les diviser? Comment se forment-ils dans le sein de la Terre? Voilà, mon cher Chevalier, les trois questions que l'on est obligé de discuter, lorsqu'on veut donner dans toutes les formes la troisième partie de la Physique terrestre. Il me paroit que les réponses suivantes ne sont pas indignes d'un Physicien.

1°. Les Métaux sont des corps *durs*, *ductiles*, *fusibles* & *mixtes*. Ce sont des corps durs, puisqu'il est très-difficile de séparer leurs parties les unes d'avec les autres. Je vous ai indiqué dans cette troisième partie les causes physiques de leur dureté, en

vous parlant de la dureté des corps considerés en général (*). Ce sont des corps ductiles, puisqu'on les voit s'allonger sous le marteau. La ductilité de l'Or peut passer pour une espèce de prodige. Vous avez vû cent fois à Lyon prendre un Cylindre d'argent du poids de 45 marcs, & de 22 pouces de longueur, le couvrir de quelques feuilles d'Or, dont le poids n'alloit pas à une once, le faire passer par des trous qui alloient toujours en décroissant, l'écraser en forme de lame dorée, & lui procurer par-là une longueur d'environ deux cent vingt deux mille toises. Je penserois asséz volontiers qu'il faut attribuer la ductilité des métaux à la figure de leurs parties intégrantes. Je crois qu'elles sont très-longues, très-polies, très-propres à s'appliquer les unes contre les autres, & encore plus propres à glisser les unes sur les autres. La troisième qualité des Métaux est d'être fusibles. La dureté de l'Or ne résiste pas à l'action de l'eau regale, & l'eau forte met en fusion

(*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 109 & suiv.

tous les autres Métaux. C'eſt le feu ſans contredit, & ce n'eſt que le feu qui leur procure une fluidité qui leur eſt ſi peu naturelle (*a*). Enfin les Métaux ſont des corps mixtes, c'eſt-à-dire des corps compoſés de parties hétérogénes. M. Homberg, célébre Chymiſte, a trouvé, par le moyen du fameux verre brûlant du Palais Royal, que l'Or étoit compoſé de mercure, & de la matière dont on fait le verre, c'eſt-à-dire, d'un ſable fin & de quelques ſels fixes (*b*). Le même Auteur a fait avec le même verre des expériences ſur l'Argent, qui nous donnent lieu de conclure que ce Métal eſt compoſé de mercure, de ſoufre, & de ſel. L'on aſſure aſſez communément en Chymie que l'Argent a beaucoup moins de particules ſalines & beaucoup plus de pores, que l'Or; peut-être eſt-ce pour cela que la gravité relative de celui-là eſt à la gravité relati-

(*a*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 235. Tom. III. pag. 92.

(*b*) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris. Année 1702 pag. 143.

ve de celui-ci, dans la raiſon de 11 à 19 ou à peu près. L'Étain, dont les pores ſont beaucoup plus grands que ceux de l'argent, a pour élémens le ſouffre, la terre & le ſel. Les élémens du Plomb ſont le mercure, le ſel, le ſouffre & la terre. Ceux du cuivre ſont, ſuivant M. Lemery, le ſouffre & le vitriol. Enfin ceux du fer ſont, ſuivant le même Auteur, le vitriol, le ſouffre & la terre. Donc les Métaux, conſiderés en général, ſont des corps *durs, ductiles, fuſibles* & *mixtes.*

La première conſéquence que vous tirerez de ma réponſe à la première queſtion, eſt celle-ci : le mercure n'eſt pas donc un métal proprement dit, puiſqu'il n'eſt ni dur, ni ductile. Auſſi le regarde-t-on en Chymie comme la matière de la plûpart des Métaux.

La ſeconde conſéquence que vous pourrez tirer, ne ſera pas moins directe que la première. La voici. Le ſecret de la pierre philoſophale, je veux dire, le ſecret de faire de l'or, eſt un ſecret qu'il eſt impoſ-

ſible de découvrir. En effet quand même l'or ſeroit composé de mercure & de la matière dont on fait le verre, (ce qui n'eſt rien moins que démontré) ce ne ſeroit-là, qu'un très-petit commencement pour ce qu'on appelle le *grand œuvre.* Il faudroit ſçavoir encore quelle eſt la doſe de chacun des élémens de l'Or, quelle eſt la préparation qu'ils exigent, comment on peut les mêler & les unir enſemble, de quels agens il faut ſe ſervir pour cela, &c. Mais il eſt impoſſible de découvrir tous ces myſtères : donc il eſt impoſſible de trouver la pierre philoſophale.

2°. La ſeconde Queſtion que je me ſuis propoſée au commencement de ma lettre, eſt celle-ci : *En combien d'eſpèces peut-on diviſer les mètaux ?* Je ne crois pas, mon cher Chevalier, que vous puiſſiez en compter plus de ſix. Ce ſont l'Or, le Plomb, l'Argent, le Cuivre, le Fer, & l'Étain. Je ne connois en effet que ces ſix corps différens qui ſoient en même-tems *durs, ductiles, fuſibles & mixtes.* Si vous en connoiſſez quelqu'autre

qu'autre qui ait ces quatre qualités, ou nous augmenterons le nombre des Métaux ; ou nous chercherons quelqu'autre définition qui exprime mieux leur nature. Le plus pesant des Métaux, c'est l'Or ; le moins pesant, c'est l'Étain ; les autres sont plus ou moins pesants, suivant qu'ils sont plus ou moins près de l'Or. Voici la Table de la pesanteur spécifique des Métaux.

Poids d'un pouce cube.

Matières.	onces.	gros.	grains.
Or.	12	2	17
Plomb	7	3	30
Argent	6	5	26
Cuivre	5	6	36
Fer	5	1	27
Étain	4	6	14
Mercure	8	6	8

Le Mercure, je le sçais, n'est pas un métal. Mais comme il entre dans la composition de presque tous les métaux, sa pesanteur spécifique n'est pas ici déplacée. Peut-

être les métaux ne sont-ils plus, ou moins pesants, que parce qu'ils contiennent plus ou moins de mercure.

3°. L'on doit enfin examiner dans un Traité de Métallurgie comment se forment les Métaux dans le sein de la Terre. Descartes soutenoit qu'ils se formoient dans l'intérieur de notre globe à peu près comme les pierres, puisqu'il croyoit que les pierres ne différoient des Métaux, qu'en ce que les parties élémentaires de ceux-ci sont plus grosses, que les parties élémentaires de celles-là (*). Mais comme je vous ai fait remarquer dans ma lettre précédente, que Descartes pourroit bien s'être trompé sur la formation des pierres, il ne seroit pas prudent de suivre aveuglement ses vûes sur la formation des Métaux. Pour moi, après avoir avoué que les feux souterreins sont les principaux Agens qui mettent en mouvement, & qui réunissent les parties élémentaires des Métaux, j'ajouterai sans peine que chaque masse métallique a un germe, ou une

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 100.

eſpèce de ſemence, créée depuis le commencement du monde, à peu près ſemblable à celles que les Botaniſtes donnent aux Plantes, & que M. de Tournefort donne aux Pierres.

Je pourrois maintenant finir ma lettre, mon cher Chevalier; il me paroit que j'ai répondu aux trois queſtions que je me ſuis propoſées en la commençant. Il y a cependant un fait dont il ſeroit honteux qu'un Phyſicien ignorât l'explication. Le voici; je vous le propoſerai le plus briévement qu'il me ſera poſſible. L'expérience nous apprend que preſque tous les corps perdent conſidérablement de leur poids, lorſqu'on les ſoumet à la calcination. Vous en voyez la raiſon; l'action du feu fait évaporer un très-grand nombre de leurs parties intégrantes; ces corps perdent donc de leur matière; ils doivent donc perdre de leur poids. Cependant, par une bizarerie qui n'eſt que trop ordinaire à la nature, l'étain, le fer, & ſurtout le plomb péſent beaucoup plus après, qu'ils ne peſoient avant leur calcination,

Voici le fait. L'on met 20 livres de plomb dans un plat de terre qui ne ſoit pas verni. L'on expoſe ce plat à un feu violent. L'on remue avec une eſpatule le plomb qu'il contient, juſqu'à ce qu'il ſoit réduit en pouſſière. L'on a une poudre, ou une chaux de plomb dont le poids eſt de 25 livres. Les Phyſiciens ont fait trois eſpèces de ſyſtémes pour expliquer ce fait.

Le premier eſt celui de Boile. Ce grand Homme que l'on peut regarder comme le Père de la Phyſique expérimentale, attribuoit cette augmentation de poids aux particules ignées qu'il regardoit comme prodigieuſement condenſées dans les pores du métal calciné. J'avoue, *diſoit-il*, que le métal perd un aſſez grand nombre de ſes parties intégrantes ; mais il reçoit un ſi grand nombre de particules ignées, que non-ſeulement ſes pertes ſont réparées, mais qu'encore ſon poids eſt très-viſiblement augmenté.

Le ſecond ſyſtéme eſt celui de M. Hales. Ce Phyſicien explique par le moyen de l'air

condensé dans les pores du métal calciné, ce que Boile vient d'expliquer par le moyen des particules ignées ; & comme l'air est évidemment plus pesant que le feu, il n'est pas étonnant que quelques Physiciens préférent les conjectures de M. Hales à celles de l'Inventeur de la machine Pneumatique.

Enfin le troisième systéme est celui de Privat de Moliere. Ce célébre Cartésien explique ainsi le phénoméne dont il s'agit (*). L'Air, *dit-il*, contient dans ses pores des molécules aqueuses, huileuses, salines, sulphureuses qui sont très-pesantes. Lorsqu'on calcine 20 livres de plomb, l'ardeur du feu échauffe l'air voisin du vase où se trouve la matière, le raréfie, le rend incapable de soutenir les molécules hétérogénes qu'il contient ; & c'est alors qu'une grande partie de ces molécules tombe sur la superficie du plomb, pour s'incorporer avec lui. Ce premier volume d'air raréfié devient plus léger, que celui qui est au-dessus ; il monte donc & il céde sa place à un nouvel air qui

(*) Leçon XI. Prop. VI.

déposé sur le plomb en fusion de nouvelles molécules ; & ainsi de suite, jusqu'à ce que la calcination soit faite.

M. Privat de Molières prépare son lecteur à cette explication par une expérience bien frappante. On expose à l'air 20 livres de sel de tartre, & on trouve que l'air leur fournit 20 livres d'eau en très-peu de tems. Quelle impossibilité y a-t-il donc, *continue notre Physicien* (*), que le même air puisse fournir à 20 livres de plomb durant tout le tems de la calcination, je ne dis pas 20 livres de molécules d'eau, que l'action du feu éloigne & chasse des pores de l'air qui environne le vase dans lequel on calcine le plomb, mais seulement 5 livres de molécules plus denses, plus pesantes & en même-tems plus subtiles, qui étoient contenues dans les pores de l'air parmi ces mêmes molécules d'eau; lesquelles n'étant plus soutenues dans ces pores par les molécules de cette eau, que le feu en a éloigné, se dégageront des pores de l'air par

(*) Même leçon & même Proposition.

leur propre peſanteur, & viendront ſe joindre aux molécules du plomb dont elles augmenteront le poids & le volume ? Eſt-ce qu'il eſt plus difficile de concevoir que l'air fourniſſe à 20 livres de plomb un poids de 5 livres, qu'il l'eſt que le même air fourniſſe à une même quantité de ſel de tartre un poids de 20 livres ? C'eſt tout le contraire, puiſque ce poids-ci eſt quadruple du précédent.

Voilà, mon cher Chevalier, les trois ſyſtêmes qu'on a imaginé juſqu'à préſent pour expliquer d'une manière phyſique l'augmentation de poids occaſionnée par la calcination de certains métaux. Si leur réünion étoit impoſſible, je n'héſiterois pas un moment à me déclarer pour le dernier, à l'excluſion des deux autres. Mais comme les trois cauſes qu'apportent Boile, Hales & Privat de Molière, peuvent concourir à produire le phénoméne dont il s'agit, je ſerois tenté de croire que le métal calciné doit ſon augmentation de poids non-ſeulement aux particules hétérogénes contenues

dans l'air que nous respirons, mais encore aux particules ignées & aëriennes introduites dans le métal pendant le tems de la calcination. Je suis, &c.

LETTRE DIX-NEUVIÉME.

Systême de Newton sur l'Aiman. Systême de Descartes sur la même matière. Nouvelle Hypothése où l'on explique les principaux phenoménes de l'Aiman. Objections contre cette hypothése. Réponses à ces objections.

JE suis fâché, mon cher Chevalier, de vous avoir promis de vous parler de l'Aiman; il n'est presque pas possible de vous dire sur cette matière des choses, je ne dis pas satisfaisantes, mais même raisonnables. Newton désesperant de ramener à des causes méchaniques ce grand nombre de phénoménes magnétiques dont l'existence nous est constatée par les expériences les plus sensibles, a prononcé hardiment (*) que

(*) Tome II. de cet Ouvrage, pag. 103 & suiv.

le magnétisme dépendoit, comme la gravité, d'une attraction en raison directe des masses, & en raison inverse des quarrés des distances. Mais comment adopter un pareil systéme, lorsqu'on voit tous les jours de ses propres yeux que la force attractive de l'Aiman ne dépend pas de sa grosseur, puisque le même fer est très-souvent beaucoup plus attiré par un petit Aiman, que par un grand ; lorsqu'on voit que le même Aiman tantôt attire, & tantôt repousse le même fer ; lorsqu'on voit enfin qu'il est impossible de décider si, à 2 pouces du même Aiman, le même fer est quatre fois moins attiré, qu'à un pouce ? Donc le systéme de Newton sur l'Aiman ne paroit pas soutenable.

Celui de Descartes est à peu près dans le même goût. Vous avez convenu vous-même dans la vie littéraire de ce Philosophe (*) qu'il avoit parlé d'une manière romanesque sur cette matière. Le parti le plus sage pour moi seroit donc d'abandonner ces deux Physiciens, & de garder sur l'Aiman le silence

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 259. & suiv.

le plus profond. Mais enfin puisque je vous ai promis de parler, je vais hazarder quelques conjectures. Je vous assure que si vous vous en moquez, vous ne ferez que suivre mon exemple. J'espère cependant que mon hypothése sera moins opposée aux loix de la saine Physique, que les systémes de Descartes & de Newton. La voici.

1°. Je crois que les Aimans & les corps aimantés ont des pores droits & paralléles à leur axe.

2°. La force des Aimans & des corps aimantés résíde dans les deux côtés, où se trouvent les ouvertures des pores dont nous venons de parler ; & c'est à ces deux côtés que nous avons donné le nom de *Pôles*. Nous appellons en France *Pôle du Nord*, ou *Pôle Boréal* le côté de l'Aiman & de tout corps aimanté qui se tourne vers le Nord, & *Pôle du Sud* ou *Pôle Méridional* celui qui se tourne vers le Midi. Je sçais que les Anglois parlent d'une manière un peu plus exacte, lorsqu'ils appellent *Pôle Méridional* de l'Aiman le côté qui se tourne vers le Nord, &

Pôle Boréal celui qui se tourne vers le Midi ; mais nous préférons en France une plus grande clarté à un peu plus d'exactitude.

3°. Je suis persuadé qu'il y a dans chaque Aiman & dans chaque corps aimanté un très-grand nombre de corpuscules que j'appelle *magnétiques*, parce que je les regarde comme les causes physiques des phénoménes de l'Aiman.

4°. Je donne à chaque Aiman une athmosphére plus ou moins étendue, composée de semblables corpuscules.

5°. Ces corpuscules, assez subtils & assez déliés pour traverser les corps les plus denses & les plus durs, ont une vertu singulière : ils se tournent constamment d'un côté vers le Pôle Boréal, & de l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre ; & c'est par cette direction constante qu'il faut expliquer tous les phénoménes de l'Aiman. Mais quelle est la cause de cette direction ? Voici quelles sont là-dessus mes conjectures.

La Terre est un grand Aiman, puisque

pour communiquer la vertu magnétique à une barre de fer, on n'a qu'à la faire rougir, la placer sur la ligne méridienne, & l'y laisser refroidir ; la Terre a donc des pores droits & parallèles à son axe. C'est par l'ouverture de ces pores que se fait l'émission des corpuscules magnétiques dont je vous ai parlé plus haut ; & c'est la violente fermentation qui régne dans le sein de notre globe, que nous devons regarder comme la cause physique de cette émission. Cela supposé, voici comment je raisonne : les corpuscules magnétiques, sortis du sein de la Terre par son côté Boréal & par son coté Méridional, sont *inertes* ; est-il étonnant qu'ils conservent un aspect & une direction constante vers les Pôles d'où ils sortent ? Donc dans l'hypothése que je vous propose, il n'est pas impossible de trouver la cause de la vertu singulière qu'ont nos corpuscules de se tourner vers les Pôles de la Terre.

Je vous assure, mon cher Chevalier, que je ne ferois pas un procès à un homme qui

voudroit absolument que les corpuscules sortis du Pôle Boréal n'eussent pas précisément la même figure que ceux qui sont sortis du Pôle méridional. Je serois aussi très-porté à lui accorder que, dans la Terre comme dans les Aimans, l'ouverture boréale des pores paralléles à l'axe n'est pas tout à fait semblable à leur ouverture méridionale. Ce sont-là de pures conjectures, j'en conviens; mais au moins explique-t-on par leur moyen d'une manière assez vrai-semblable les phénoménes de l'Aiman. En voici quelques exemples.

Le fer & l'acier reçoivent la vertu magnétique, lorsqu'on les frotte contre une pierre d'Aiman. Est-il rien de plus naturel? Ces deux corps qu'on appelle communément des *Aimans commencés*, ne reçoivent-ils pas par le frottement dans des pores bien disposés, c'est-à-dire, dans des pores droits & paralléles à leur axe, un certain nombre de corpuscules magnétiques? Pourquoi n'acquerroient-ils pas la vertu de l'Aiman?

Une aiguille aimantée & suspendue sur un pivot, tourne constamment une de ses extrémités vers le Pôle Boréal, & l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre. Je serois bien surpris que le contraire arrivât. Je sçais qu'elle est pénétrée de corpuscules qui ont cette direction : ils la font tourner vers les deux Pôles de la Terre, à peu près comme je fais tourner les habits que je porte, lorsqu'il me prend fantaisie de me placer sur la ligne méridienne.

Deux Aimans, ou deux corps aimantés s'attirent, lorsque le Pôle Méridional de l'un regarde le Pôle Boréal de l'autre. Je crois en appercevoir la raison, mon cher Chevalier ; ces deux Aimans, ou ces deux corps aimantés ainsi placés, sont entourés de deux athmosphéres homogénes ; ces athmosphéres ne sçauroient se toucher sans se confondre, sans prendre la figure ronde, & sans chasser les deux Aimans, ou les deux corps aimantés, à leur centre commun. Je comparerois très-volontiers ces deux athmosphéres à deux goutes d'eau qu'on voit tous les jours,

se toucher, se confondre & prendre la figure ronde.

Ici vous ne manquerez pas de me faire remarquer que les deux mêmes Aimans se fuyent, lorsqu'on présente le Pôle Boréal de l'un au Pôle Boréal de l'autre. J'en conviens; mais je vous prie aussi de remarquer à votre tour que de ces deux Aimans ainsi posés, l'un est dans son état naturel, & l'autre n'y est pas; il en est de même de leurs deux athmosphéres; elles deviennent hétérogénes, sinon quant à la matière qui les compose, du moins quant à leur direction; comment voudriez vous donc qu'elles se mélassent en se touchant? Ne doit-il pas leur arriver ce qui arrive à une goutte d'eau & à une goutte d'huile qui se touchent impunément sans se confondre? Donc deux Aimans, ou deux corps aimantés, doivent se fuir, lorsque le Pôle Boréal de l'un regarde le Pôle Boréal de l'autre. Vous aurez le même phénoméne, lorsque ce seront leurs deux Pôles Méridionaux qui se regarderont.

Dûssiez-vous, mon cher Chevalier, me faire une seconde fois le reproche que vous m'avez fait dans votre dernière lettre, je veux vous faire part de quelques objections qu'on me répéte presque chaque année dans les actes publics. Vous verrez si mes réponses ne sont pas satisfaisantes; elles jetteront un grand jour sur une matière aussi obscure que celle-ci.

On oppose 1°. que l'émission des corpuscules magnétiques par les Pôles de la Terre est une idée qu'un Physicien sage & prudent ne sçauroit adopter. Pourquoi, *dit-on*, assurer que la Terre envoye des corpuscules magnétiques plutôt par ses Pôles, que par son Equateur; a-t-on la moindre preuve à apporter en faveur de cette assertion?

Quand même on n'en auroit aucune; que s'ensuivroit-il? N'est-ce pas ici une pure hypothése qu'on propose pour expliquer tout ce qui a rapport à l'Aiman? Or dans toute hypothése l'on a droit de faire une supposition; & personne ne peut, suivant

les loix de la Physique, refuser de l'admettre, qu'après avoir prouvé qu'elle est contraire aux lumières de la raison, ou à l'expérience, ou aux régles de la Méchanique. Je le demande maintenant ; la raison apprend-elle que la fermentation occasionnée surtout par le feu central, ne puisse pas produire une émission de corpuscules magnétiques hors du sein de la terre ? L'expérience prouve-t-elle que cette émission se fasse plutôt par l'équateur, que par les pôles de la terre ? Enfin les loix de la méchanique ne permettent-elles pas de supposer une pareille émission? L'idée de cette émission n'est donc pas une idée qu'un Physicien sage & prudent ne puisse pas adopter.

On oppose 2°. que la Terre faisant par cette émission des pertes continuelles, devroit enfin comme disparoitre ; ce qui est contre les lumières de la raison.

Mais si la Terre répare les pertes qu'elle fait, la raison n'apprend-elle pas qu'il n'est rien de plus futile que cette objection ? Or les corpuscules magnétiques éprouvant dans

l'air une résistance considérable, perdent peu à peu l'espéce de mouvement de projection, que leur avoit communiqué la cause physique de leur émission, & abandonnés à leur gravité, ils tombent sur la surface de notre globe pour réparer les pertes qu'il peut avoir souffertes.

On oppose 3°. que la Terre ayant des pores dans presque tous les points de sa surface, comme l'expérience le démontre, l'émission des corpuscules magnétiques devroit se faire aussi facilement par l'Equateur, que par les Pôles.

Mais que l'on ne confonde pas les pores obliques avec les pores droits de la Terre, & la réponse à cette objection se présentera d'elle-même. Il y a, j'en conviens, des pores obliques dans presque tous les points de la surface de la Terre; mais pour des pores droits il n'y en a que dans des lignes paralléles à l'axe terrestre; & comme ce n'est que par les pores droits que peut se faire l'émission des corpuscules magnétiques, & que ces pores ont leur ouverture, ou aux Pô-

les, ou aux environs des Pôles, rien n'eſt moins fondé que cette troiſième objection.

On oppoſe 4°. qu'il devroit y avoir un choc très-conſidérable entre les corpuſcules magnétiques boréaux, & les corpuſcules magnétiques méridionaux, & que rien n'eſt plus contraire qu'un pareil choc aux loix de la Méchanique.

Mais quand même ce choc auroit lieu; qu'en conclurroit-on? Que les corpuſcules magnétiques, après avoir perdu leur mouvement, tomberoient par leur gravité ſur la ſurface de la Terre, & ſerviroient à réparer les pertes dont il eſt parlé dans la ſeconde objection. Il faudroit avoir des yeux bien clairvoyans pour voir dans un pareil choc quelque choſe de contraire aux loix de la Méchanique.

On oppoſe 5°. que ſi la Terre étoit un grand Aiman, ſes différentes parties devroient tantôt s'attirer & tantôt ſe repouſſer, comme il arrive aux ſegmens des Aimans particuliers.

La Terre eſt un grand Aiman, j'en co-

viens ; mais pourquoi ? Parce que dans son sein se forment les corpuscules magnétiques, & parce que par ses Pôles se fait l'émission de ces mêmes corpuscules. Donc les différentes parties de la Terre devroient tantôt s'attirer & tantôt se repousser, comme font les segmens des Aimans particuliers; je ne vois pas la liaison qu'il peut y avoir entre ces deux propositions.

On oppose 6°. que dans cette hypothése tous les corps devroient recevoir la vertu de l'Aiman, puisqu'il n'en est point dans les pores de qui les corpuscules magnétiques ne s'insinuent.

Les corpuscules magnétiques s'insinuent dans tous les corps, je le veux ; mais trouvent-ils dans tous les corps des pores droits & paralléles à leur axe ? C'est-là cependant une condition néceſſaire, pour qu'ils puissent tourner les Aimans & les corps Aimantés d'un côté vers le Pôle Boréal, & de l'autre vers le Pôle Méridional de la Terre.

On oppose 7°. que l'aiguille aimantée suspendue sur un pivot, ne regarde pas les

pôles de la Terre, mais qu'elle décline de la ligne méridienne tantôt vers l'Orient, & tantôt vers l'Occident.

C'eſt-là, je vous l'avoue, une véritable objection. On ne peut la réſoudre qu'en aſſurant qu'il y a dans le ſein de la Terre des mines d'Aiman & de Fer dont les athmoſphéres s'étendent fort au loin; cette aſſertion n'a aſſurément rien de contraire à l'expérience. Des athmoſphéres des mines d'Aiman & de Fer, il vient des corpuſcules magnétiques qui cauſent la déclinaiſon de l'aiguille aimantée. Ces corpuſcules viennent-ils des régions Occidentales? L'aiguille décline vers l'Occident; elle déclinera au contraire vers l'Orient, ſi ces corpuſcules viennent de quelque mine ſituée dans les Païs Orientaux.

On oppoſe 8°. que ſi l'on prend un fort Aiman; que l'on choiſiſſe deux aiguilles d'Acier; que l'on aimante l'une en lui faiſant toucher un des boutons de l'armure, & que l'on aimante l'autre en ſe contentant de la mettre dans l'athmoſphére de l'Ai-

man, éloignée de 2 à 3 lignes du même bouton ; on oppose, dis-je, que ces deux aiguilles s'aimanteront en prenant des aspects différents, c'est-à-dire, que si l'extrémité supérieure de celle qui touche l'armure, reçoit la vertu de se tourner vers le Pôle Boréal de la Terre, l'extrémité supérieure de celle qui ne touche pas l'armure, recevra la vertu de se tourner vers le Pôle Méridional.

Ce phénoméne, tout inexplicable qu'il a paru à M. le Monnier, s'explique presque sans peine dans l'hypothése que je vous ai proposée. Je croirois que l'aiguille qui touche l'armure, s'aimante par le moyen des corpuscules qui sortent de l'Aiman, & que l'autre aiguille s'aimante par le moyen des corpuscules qui viennent de l'athmosphére terrestre dans l'Aiman, pour réparer les pertes qu'il fait presque continuellement. Or n'est-il pas naturel que les premiers n'aimantent pas les corps dans le même sens que les seconds ; donc dans notre hypothése le phénoméne de M. le Monnier n'est rien moins qu'inexplicable.

Je ne prétens pas cependant par-là vous engager à l'adopter ; je crois même qu'il eſt plus ſage de convenir, avec la plûpart des Phyſiciens, que l'Aiman eſt le tombeau de la Phyſique. Je n'ai pas oublié que vous avez formé un plan de Métaphyſique ; j'eſpère, mon cher Chevalier, que vous aurez la bonté de me le communiquer ; je ne vous diſpenſe pas cependant de me faire auparavant vos remarques ſur la troiſième partie de ma Phyſique terreſtre. Je ſuis, &c.

RÉPONSE DU CHEVALIER.

Aux quatre Lettres précédentes.

L'On a raiſon de dire, Mouſieur, que les goûts ſont différens. La troiſième partie de votre Phyſique terreſtre eſt peut-être celle dont vous faites le moins de cas ; & c'eſt préciſément celle que j'eſtime le plus. L'analogie que vous avez imaginée entre les tonnerres & les tremblemens de terre, m'a plû infiniment. La manière dont vous ex-

pliquez l'augmentation de poids occasionnée par la calcination de certains métaux, m'a paru très-conforme aux loix de la saine Physique. Enfin votre Hypothése sur l'Aiman, dont vous avez parlé avec tant de mépris, m'a paru très-vraisemblable. Les détails, où vous êtes entré, étoient absolument nécessaires; il y en a même certains que vous n'auriez pas dû omettre; les uns regardent les Aimans armés, les autres les Aimans artificiels. Vous me permettrez bien d'y suppléer: je le ferai le plus briévement qu'il me sera possible.

L'on arme un Aiman en appliquant à chacun de ses Pôles une plaque d'acier terminée par un bouton. Ces deux boutons sont les deux endroits, où va se réünir toute la force des deux Pôles; aussi est-ce sur ces boutons que l'on doit frotter ce que l'on veut aimanter. La grande science d'un Ouvrier qui se mêle d'armer les Aimans, c'est de bien connoitre les Pôles de la Pierre qu'on lui donne à armer. Pour ne pas se tromper, qu'il l'enterre dans la limaille de fer, & qu'il

qu'il l'en retire quelques momens après ; les deux endroits auxquels la limaille s'attachera préférablement à tous les autres, feront infailliblement les deux pôles de la Pierre.

Ma feconde remarque, Monfieur, prefque auffi courte que la première, fera fur les Aimans artificiels dont nous devons l'invention à M. M. Knight, Michell & Canton Phyficiens Anglois, & à M. M. Duhamel, Anthéaume & le Maire phyficiens François. Ce font de petits barreaux d'acier à qui l'on a trouvé le fecret de communiquer une vertu magnétique fupérieure à celle des meilleurs Aimans naturels. Les barreaux ordinaires péfent environ 2 onces, & ils ont chacun 6 pouces de longueur, un demi pouce de largeur, & 2 à 3 lignes d'épaiffeur. Un Aiman artificiel eft compofé de fix de ces barreaux que l'on a eu foin de féparer par une régle de bois de 5 pouces de longueur, d'un demi pouce de largeur, & de 2 lignes d'épaiffeur. Ce à quoi il faut fur-tout prendre garde, c'eft que les fix barreaux n'ayent pas leurs fix pôles boréaux en haut,

& leurs six pôles méridionaux en bas ; les trois barreaux qui composent le premier faisceau, doivent avoir leurs pôles du Nord placés en bas, & les trois barreaux qui forment le second faisceau, doivent avoir leurs pôles du Nord placés en haut. Tout ceci est bien laconique, Monsieur ; mais ce n'est pas ici le lieu d'en dire d'avantage. Je vous conseille de reprendre cette matière, lorsque vous voudrez donner au public les Traités de Philosophie dont vous n'avez fait que tracer les plans. Vous ferez bien de lire auparavant les Aimans artificiels de M. Michell ; le P. Rivoire Jésuite les a traduits très-élégamment en françois, & il y a ajouté une Préface, en forme de dissertation, qui vaut mieux que l'ouvrage du Physicien Anglois. Je suis, &c.

P. S. j'oubliois de vous annoncer que vous recevriez au premier jour le plan de Métaphysique que vous voulez avoir la bonté d'examiner ; je vais le mettre au net.



LIVRE CINQUIÉME.

DE LA MÉTAPHYSIQUE.

LETTRE PREMIÉRE.

Idée générale de la Métaphyſique. Principes ſur leſquels cette ſcience eſt fondée. Queſtions qu'il convient d'en exclure.

IL ne vous ſera pas difficile de vous appercevoir, Monſieur, que le Plan de Métaphyſique que je vous envoye, a été formé ſur celui de Logique que vous eutes autrefois la bonté de me communiquer (*). C'eſt pour ne pas m'écarter de votre méthode, que je l'ai renfermé dans les réponſes aux queſtions ſuivantes. Qu'eſt-ce que la Métaphyſique ? Quelles ſont les queſtions qu'il ne faudroit jamais y traiter ? Quelles ſont celles qu'on ne ſçauroit trop approfondir ? Comment faut-il procéder dans la

(*) Tome III. de cet Ouvrage, pag. 5 & ſuiv.

discussion des dernières. Voilà en 2 mots tout le Plan de ma Métaphysique. Entrons ici dans quelque détail.

Première Question. Qu'est-ce que la Métaphysique ?

Réponse. J'emploirai, pour répondre à ma première question, ce que vous avez appellé dans votre Logique, *définition du nom* (*a*). Je vous dirai donc que la Métaphysique est une Science dont l'objet est supérieur à celui de la Physique ; & comme celle-ci traite du corps, celle-là traitera des esprits, je veux dire de l'Ame raisonnable & de Dieu. Le P. Buffier Jésuite disoit que la Métaphysique étoit la Science des premières vérités ; il vouloit que tout Métaphysicien regardât comme incontestables les Principes suivants (*b*).

Les premières vérités sont des propositions si claires, qu'elles ne peuvent être prouvées, ni combattues par des propositions qui le soient d'avantage.

(*a*) Même Tom. pag. 10.

(*b*) Cours de Sciences, p. 558, 922, 931 & 932.

L'on doit appeller *évidence* ce qui eſt tellement imprimé dans l'eſprit des hommes, qu'il leur eſt impoſſible de juger autrement.

Il eſt quelque choſe qui exiſte hors de moi; & ce qui exiſte hors de moi, eſt autre que moi.

Il eſt quelque choſe que j'appelle *Ame*, *Eſprit*, *Penſée*, dans les autres hommes & dans moi; & l'*Eſprit* n'eſt point ce qui s'appelle *Corps* ou *Matière*.

Ce qui eſt connu par le ſentiment, ou par l'expérience de tous les hommes, doit être reçu pour vrai; & l'on n'en peut diſconvenir, ſans ſe brouiller avec le ſens commun.

Il eſt dans les hommes quelque choſe qui s'appelle *Raiſon*, & qui eſt oppoſé à l'*extravagance*; quelque choſe qui s'appelle *Prudence*, qui eſt oppoſé à l'*imprudence*; quelque choſe qui s'appelle *Liberté* qui eſt oppoſé à la *néceſſité d'agir*.

Ce qui réunit un grand nombre de parties différentes pour un effet qui revient ré-

gulièrement, ne ſçauroit être le pur effet du hazard ; mais c'eſt l'effet de ce que nous appellons une *Intelligence.*

Un fait atteſté par un très-grand nombre de gens ſenſés qui aſſurent en avoir été les témoins, ne peut ſenſément être révoqué en doute.

Voilà, Monſieur, ſur quels Principes la bonne Métaphyſique eſt fondée ; & voilà ſur quels Principes ſera fondée ma réponſe à la ſeconde Queſtion.

Seconde Queſtion. Quelles ſont les matières dont la diſcuſſion devroit être bannie de la Métaphyſique ?

Réponſe. Ce ſont toutes celles qui n'ont aucune rélation avec les Principes évidents que je viens de poſer, & par conſéquent ce ſont preſque toutes celles qu'on a coutume de traiter dans ce qu'on appelle dans les Écoles la *Métaphyſique générale*, ou la Science de l'être, & de ſes propriétés. M. Pluche dans ſon Hiſtoire du Ciel (*) introduit dans une compagnie un jeune homme qui vient

(*) Tome II. page 453 & ſuivantes.

de ſoutenir avec beaucoup de ſuccès ſes Théſes générales de Philoſophie; il lui fait demander par des Dames cultivées à l'école du monde, ce qui lui a attiré tant d'applaudiſſemens, & ſur quoi ont roulé ces diſputes qu'on aſſure avoir été fort animées.

On a examiné, répond le jeune homme, ſi l'*être eſt univoque à l'égard de Dieu & de la créature, de la ſubſtance & de l'accident.*

Si Dieu devoit être placé dans la catégorie de la ſubſtance, ou bien s'il falloit l'en exclure.

Si les différences ſi connues ſous les noms d'Aſſeité, Abaliété, Perſéité & Inaliété, *précindent auſſi parfaitement de l'être, que l'être précinde de ſes différences.*

Si indépendamment de notre penſée, & de la part de la choſe, il n'y a pas entre les êtres des rélations tranſcendentelles & prédicamentelles.

Si la rélation du pére à ſon fils ſe termine à ce fils conſidéré abſolument, ou à ce fils conſidéré rélativement.

Si la raiſon de fonder cette rélation eſt

partie dans le sujet & partie dans le terme.

Si la fin meut selon son être réel, ou selon son être intentionnel.

Si sincatégoriquement parlant, le concret & l'abstrait ....

Miséricorde, s'écrierent ces Dames: de quoi s'avise-t-on de vous rompre la tête ? Est-ce pour aller converser avec les habitans de la Lune qu'on vous exerce sur ces questions-là, ou bien si c'est pour vivre avec des hommes ?

Ce fut bien autre chose, lorsque notre jeune homme, pour donner une idée du profond sçavoir de son Professeur, enfila le détail des preuves & des distinctions dont sa tête étoit meublée. Au mot *sincatégorématique* une de ces Dames prit mal au cœur, & on renvoya notre jeune pédant pour aller vivre aux païs des Lapons.

Vous riez de cette scène, Monsieur, & vous avez raison. Je vous assure cependant que dans la France, toute policée qu'elle est, on dictera encore pendant long-tems ces questions impertinentes dont je viens de

vous faire l'énumération. C'est-là le fond de la Métaphysique générale. Vous comprenez qu'elles n'entreront pas dans la liste de celles que je vous conseille d'approfondir. Le nombre & la manière dont il faut les traiter, feront le sujet de la lettre suivante. Je suis, &c.

LETTRE SECONDE.

Division de la Métaphysique en 2 parties. Idée générale de la première partie. Existence & essence de Dieu. Culte qu'il a droit d'exiger des créatures.

PUisque la véritable Métaphysique est une science qui a pour objet Dieu, & l'Ame raisonnable (*), rien n'est plus naturel, Monsieur, que de la diviser en 2 parties; la première roulera sur l'Être suprême, la seconde sur la plus noble portion de nous-mêmes.

(*) Lettre précédente, Question première.

L'existence de Dieu, son essence, le culte qu'il est en droit d'exiger de ses créatures ; voilà la matière de la première Partie de la Métaphysique.

Et d'abord y a-t-il un Dieu ? Quelle honte pour l'humanité que les Métaphysiciens se soient trouvés dans la triste nécessité de le démontrer ! Par bonheur pour nous, les démonstrations ne manquent pas. Il y en a de Morales ; il y en a de Physiques, & il y en a de Métaphysiques.

Les démonstrations morales sont au nombre de trois. Je trouve la première dans le consentement général des hommes. On défie les impies de nos jours de nommer aucune Nation, aucune Ville qui ait fait profession d'Athéisme. Le désir que nous avons tous d'être heureux, & l'impossibilité où nous sommes d'acquerir sur la Terre un véritable bonheur, fournissent à tout homme sensé une belle démonstration morale de l'existence d'un Maître assez puissant, pour rassasier en nous ce désir après cette vie mortelle. Enfin la facilité avec laquelle on

prouve qu'il y a une véritable diſtinction entre ce que nous appellons *honnête*, & ce que nous regardons comme *déshonnête*, entre le *vice* & la *vertu*, ſera toujours contre nos impies un argument ſans réplique. Il ne faut pas être grand Métaphyſicien pour obliger un Athée à convenir que, dans ſon ſyſtéme, les plus grands crimes ſeroient ſouvent de véritables vertus, tandiſque les vertus les plus héroïques ſuppoſeroient une Ame baſſe & un très-petit Génie.

Pour les démonſtrations phyſiques, on a coutume de les puiſer d'une part dans le ſpectacle d'un monde qu'un Être doué d'une puiſſance infinie, a ſeul été capable de tirer du néant; de l'autre dans l'union de l'Ame avec le corps, miracle qui ſuppoſe l'exiſtence d'une Intelligence ſupréme; enfin dans le mouvement communiqué à une matière inerte & paſſive, & ſurtout à ces globes énormes qui roulent majeſtueuſement ſur nos têtes, & qui annoncent la gloire de celui qui les tient ainſi ſuſpendus dans les immenſes régions des Cieux.

Aux démonstrations morales & physiques de l'existence de Dieu, il est nécessaire, Monsieur, d'en joindre une purement métaphysique; elle est tirée de l'essence même des êtres dont cet Univers est formé. Examinez-les, ces êtres; vous verrez que privés d'une existence nécessaire, & n'ayant pû eux-mêmes se tirer du néant, ils ont été créés par un Être qui est, qui a toujours été, & qui sera toujours par lui-même, & indépendamment de tout autre.

De tout cela il s'ensuit évidemment que l'Athéisme, l'Epicuréisme & le Fatalisme sont trois systêmes chimériques. L'Athée ne veut point de Dieu; l'Epicurien ne reconnoit pour Dieu que le Hazard; & le Fataliste ne veut dépendre que d'une triste & dure nécessité qui l'autorise à vivre dans les désordres les plus inoüis. Mais dans tous ces impies c'est le cœur, & non pas l'esprit qui combat l'existence du souverain Maître: *dixit insipiens in corde suo non est Deus.*

La seconde Question que l'on doit traiter en Métaphysique regarde, Monsieur

l'eſſence de ce Dieu dont vous voyez qu'il eſt très-facile de démontrer l'exiſtence. Cette queſtion, je le ſçais, eſt peut être la plus obſcure que l'on puiſſe propoſer à un Philoſophe. On loue encore avec raiſon la ſage réponſe de Simonide au Roi Hiéron. Qu'eſt-ce que Dieu, lui demanda le Prince? Le Philoſophe voulut avoir un jour entier pour préparer la réponſe qu'il avoit à faire. A peine ce jour fut-il écoulé, que le Roi lui fit la même demande; alors le Philoſophe demanda deux jours pour ſe mettre en état de le ſatisfaire. Après ces deux jours il en demanda quatre; & comme Hieron parut ſurpris d'une conduite ſi extraordinaire, Simonide lui dit: Prince, j'en agis ainſi, parce que plus je médite la queſtion que vous m'avez propoſée, plus elle me paroit obſcure & difficile à réſoudre, *res videtur mihi tantò obſcurior, quantò diutiùs eam conſidero*. L'on ne ſçauroit cependant ſe diſpenſer de donner en Métaphyſique une Théſe ſur l'eſſence de Dieu. L'on doit le regarder comme un Être eſſentielle-

ment unique, qui contient néceſſairement toutes les perfections. Les conſéquences que l'on en tirera, ſe préſentent comme d'elles-mêmes ; elles combattent directement le Polithéiſme, le Manichéiſme, & le Spinoſiſme. Ces trois ſyſtémes n'ont beſoin, pour être réfutés, que d'être expoſés dans tout leur jour.

Il eſt enfin une queſtion, Monſieur, qu'il faut diſcuter dans une Métaphyſique chrétienne avec tout le zèle que doit inſpirer l'amour de la vérité, je ne dis pas bleſſée, mais outragée de la manière la plus indigne; c'eſt le Déiſme. La plûpart des livres qui paroiſſent depuis un certain nombre d'années, nous le prêchent avec autant d'indécence que de ſcandale. Je voudrois donc que l'on prouvât 1°. que le Déiſme conduit évidemment & eſſentiellement à l'Athéiſme; autant aimerois-je nier avec l'Athée l'exiſtence d'un Dieu, que d'admettre avec le Déiſte un Dieu ſans pouvoir & ſans providence : 2°. que les actions des créatures ne ſont pas indifférentes à celui qui nous a

tirés du néant, & que si sa bonté le porte à récompenser nos bonnes actions de la manière la plus incompréhensible, sa justice l'engage à punir nos crimes de la manière la plus terrible : 3°. Que Dieu, comme souverain Créateur de l'univers ne peut pas renoncer à l'hommage que lui doivent ses créatures : 4°. Qu'un culte purement naturel ne peut pas fournir un hommage suffisant : 5°. Qu'il faut un culte révelé, pour que Dieu soit honoré comme il le mérite, & pour que l'homme lui soumette les lumières de son entendement. Quel est ce culte révelé, ou, ce qui revient au même, parmi les religions qui passent pour revelées, quelle est celle que nous sommes obligés d'embrasser ? Voilà, Monsieur, où le Philosophe doit s'arrêter, a moins qu'il ne veuille mettre sa faulx dans la moisson des Théologiens. C'est à eux, & ce n'est qu'à eux à prouver que la Religion catholique apostolique & romaine, dans laquelle j'ai eu le bonheur de naître, est la seule dans laquelle l'homme puisse espérer d'opérer son salut;

Vous trouverez, pour remplir ce plan de la première partie de la Métaphysique, bien des matériaux dans les vies littéraires de Descartes & de Newton (*); mais ces sources ne me paroissent pas suffisantes; je vous en indiquerai d'autres à la fin de la lettre suivante, où je dois examiner comment on peut venger les droits de l'Ame raisonnable contre les entreprises audacieuses de l'insensé Matérialiste. Je suis, &c.

LETTRE TROISIÉME.

Idée générale de la seconde Partie de la Métaphysique. Énumération des Questions qu'il faut y traiter.

L'Ordre qu'il faut garder dans la seconde Partie de la Métaphysique, se présente comme de lui-même, Monsieur. Voici comment je voudrois qu'on procédât.

1°. Il faut commencer par démontrer

(*) Tome I. de cet Ouvrage. Livre second tout entier. Tome II. pag. 97 & suiv. 165 & suivantes.

que la matière eſt eſſentiellement incapable de penſer, de connoitre, de réfléchir, de vouloir, de ne pas vouloir, d'aimer, de hair, &c. Les preuves de cette importante vérité vous ſont connues ; celle ſur laquelle je voudrois qu'on inſiſtât le plus, c'eſt l'*inertie* & la *paſſivité* de la matière. En partant de ce Principe, je me charge de démontrer à nos prétendus Philoſophes qu'ils n'ont pas les premières idées de la bonne Phyſique. La conſéquence directe qu'il faut tirer de cette Théſe, c'eſt que l'Ame raiſonnable n'eſt ni matière, ni matérielle.

2°. La ſimplicité & la ſpiritualité de notre Ame devient comme un corollaire néceſſaire de la Doctrine de l'Anti-matérialiſme. Auſſi a-t-on donné le nom de *Spiritualiſtes* aux Philoſophes dont les ſentimens ſont directement oppoſés à ceux des Matérialiſtes.

3°. Si l'Ame raiſonnable eſt ſpirituelle, elle n'a dans elle-même aucun Principe de mort ; & puiſque ſéparée du corps, elle pourra opérer, c'eſt-à-dire, elle pourra *con-*



noitre, *aimer*, *haïr*, &c. l'on a droit de la regarder comme naturellement immortelle.

4°. Sa liberté nous eſt encore mieux connue, que ſon immortalité. J'en appelle au ſentiment intime d'un chacun de nous ; j'en appelle à la diſtinction que les hommes ont toujours miſe entre les bonnes & les mauvaiſes actions ; j'en appelle ſurtout aux gibets & aux échaffauts que l'on dreſſe, & que l'on a droit de dreſſer pour punir les forfaits des criminels. Quel droit auroient les hommes d'ôter la vie à un de leurs ſemblables, s'il étoit prouvé que l'action qu'on lui reproche n'a pas été libre ; ou plutôt, ne ſuffit-il pas, pour obliger le Juge à le renvoyer abſous, de prouver qu'il n'a eu, lorſqu'il l'a commiſe, aucune eſpèce de liberté ? Je réduis donc, Monſieur, la ſeconde Partie de la Métaphyſique à ces quatre queſtions :

La matière peut-elle penſer ?

L'Ame raiſonnable eſt-elle ſpirituelle ?

L'Ame raiſonnable eſt-elle naturellement immortelle ?

L'Ame raiſonnable eſt-elle libre ?

Ces quatre queſtions, jointes à celles qui regardent l'exiſtence de Dieu, ſon eſſence, & le culte qu'il exige des créatures, forment tout le Plan de ma Métaphyſique. Je vous ai fait remarquer, à la fin de ma dernière lettre, que vous trouveriez dans les vies littéraires de Deſcartes & de Newton, bien des matériaux pour le remplir. Ne vous en tenez pas cependant à ces ſources ; liſez, avant que de mettre la main à l'œuvre, l'Anti-lucrèce, le ſpectacle de la Nature, & les Ouvrages de le François ; je vous promets que, conduit par ces habiles Maîtres, vous nous donnerez une Métaphyſique excellente. Je ſuis sûr qu'il y a bien des choſes à réformer dans le Plan que j'ai jetté ſur le papier ; auſſi vous l'ai-je communiqué, plutôt pour vous prier de le corriger, que pour vous engager à le ſuivre. Je ſuis, &c.



RÉPONSE

Aux trois Lettres précédentes.

PUiſque vous voulez, mon cher Chevalier, que je porte mon jugement ſur le Plan de Métaphyſique que vous m'avez envoyé, je vous dirai ſans compliment que je l'ai lû avec beaucoup de plaiſir, & que je ne ſerois pas éloigné de le ſuivre, ſi je me déterminois jamais à compoſer ſur cette matière. Je vous avoûrai cependant en ami que je ne le trouve pas ſans défaut, & que je voudrois y faire quelques légers changemens. Je vais vous les indiquer.

Et d'abord vous regardez comme une *première vérité*, dans votre première lettre, la diſtinction eſſentielle qu'il y a entre l'idée de l'eſprit & l'idée de la matière ; & vous voulez néanmoins, dans votre troiſième lettre, qu'on apporte toutes les démonſtrations imaginables contre le ſyſtéme des Matérialiſtes. Quelqu'un pourroit vous dire que les

premières vérités ne se démontrent pas, & que si l'Anti-matérialisme a besoin de tant de démonstrations pour être établi, vous avez eu tort de le faire entrer, au commencement de votre Métaphysique, dans la classe des *Axiomes*.

Vous voulez en second lieu qu'on fasse main basse sur toutes les questions de Méphysique générale ; & pour faire mieux goûter votre systéme, vous mettez sur la scène une espèce d'original qui se rend encore plus méprisable, qu'il ne rend la Philosophie ridicule. Permettez-moi de vous dire qu'il y a beaucoup d'exagération dans votre fait. Il y a long-tems qu'on a chassé de la bonne Métaphysique les questions inutiles dont vous faites l'énumération. Nos écoles en France ont peu de besoin de réforme sur ce point. Il seroit à souhaiter que toutes les autres Sciences s'y traitassent, comme l'on donne la Philosophie depuis un certain nombre d'années. Mais revenons à la Métaphysique générale ; faut-il l'exclurre totalement d'un cours de Philosophie ?

Ce n'eſt pas là mon avis. Qu'on en donne non ſeulement une idée, mais encore qu'on y trouve des notions qui ne ſont que trop néceſſaires dans l'étude de la Théologie. Ces notions regardent ſurtout les *préciſions* & les *rélations*. Il me paroit qu'on peut mettre de la clarté & de l'intérêt dans ces matières ; on en a plus ſouvent beſoin que l'on ne penſe, dans le commerce ordinaire de la vie.

Il y a encore une queſtion qu'il ne faudroit pas oublier dans un Traité de Métaphyſique générale & particulière ; c'eſt la queſtion de l'Anti-pirrhoniſme. Je ne ſçais comment dans les Ecoles les mieux réglées la coutume a prévalu de la donner au commencement même de la Logique. Elle eſt trop difficile & trop importante, pour être préſentée à de jeunes gens qui ſont ſuppoſés n'avoir encore aucune idée de Philoſophie. Souvenez-vous donc de commencer votre Métaphyſique générale par la Théſe de la *Science*. Faites enſorte que vos Lecteurs ne confondent pas l'*evidence* avec

la certitude. Divisez l'une & l'autre en *Morale*, *Physique* & *Métaphyque* ; & soyez convaincu que ces notions sont nécessaires pour forcer l'Impie jusques dans ses derniers retranchemens.

Malgré ces légers défauts, mon cher Chevalier, je regarde votre Plan de Métaphysique comme excellent : les sentimens de Religion que vous y faites paroitre, ne m'ont point du tout surpris ; il y a long-tems, que je suis accoutumé à vous entendre tenir ce langage (*). Vous avez des mœurs trop bien réglées, pour penser & pour écrire comme nos prétendus Philosophes. J'espère que vous ne donnerez jamais dans des écarts qui dégradent, je ne dis pas le chrétien, mais même l'homme raisonnable. Je suis, &c.

P. S. J'oubliois de vous prier de m'envoyer au plutôt le Plan de Morale dont vous m'avez parlé à la fin de la seconde Partie du Livre précédent ; je l'attens avec la dernière impatience. Quelque im-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 216 & suiv.

portante que ſoit cette ſcience, & quel que ſoit le plaiſir que j'aie a lire tout ce qui me vient de vous, vous aurez la bonté de le préſenter de la manière du monde la plus laconique. Pour peu qu'il fût long, il feroit impoſſible de le faire entrer dans ce volume. Vous ſçavez cependant qu'il en fait partie. Réglez vous là-deſſus, & donnez-moi au premier jour de vos nouvelles.



LIVRE

LIVRE SIXIÉME.

DE LA MORALE.

LETTRE PREMIÉRE.

Critique de la plûpart des Traités de Morale. Division de la Morale en spéculative & pratique. Ouvrages de Descartes sur la Morale spéculative.

JE suis très-mécontent, Monsieur, de la plûpart des Traités de Morale que j'ai lus dans les cours de Philosophie que l'on a donnés jusqu'à présent au public. Je comptois y trouver un amas de régles capables de diriger nos mœurs dans la conduite ordinaire de la vie. J'ai été bien trompé ; je n'y ai vû, à parler en général, que des questions très-abstraites, traitées très-séchement, & qui pour être saisies, demandent un esprit très-subtil. Les principales roulent sur le Bien considéré en général, sur la Béatitude formelle & ob-

jective, ſur la nature des actes humains, ſur l'eſſence formelle des vertus & des vices, &c. &c. Voilà ce qui s'appelle manquer ſon coup; ou, ſi vous trouvez cette expreſſion un peu trop forte, voilà ce que j'appelle la Partie métaphyſique de la Morale. Deſcartes a beaucoup écrit en ce genre; ſes Lettres ſur le libre Arbitre, ſur le Souverain Bien conſidéré philoſophiquement, ſur la Triſteſſe & la Mélancholie, & ſur-tout ſon Traité des Paſſions en ſont des preuves inconteſtables; encore ce dernier ouvrage contient-il de tems en tems, quelque peu de morale pratique. J'ai très-préſent à l'eſprit le compte que vous m'avez rendu de toutes ces piéces (*). Comme il forme une partie conſidérable du premier volume de cet ouvrage, je me ſuis cru diſpenſé de vous parler dans ce ſixième livre de la Morale métaphyſique, ou pour mieux dire, de la Morale ſpéculative; la Morale pratique ſera le ſujet de la lettre ſuivante. Je ſuis, &c.

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 122 & ſuiv.

LETTRE SECONDE.

Idée de la Morale pratique. Fondement de cette Morale.

L'Homme eſt fait pour vivre avec les autres hommes ; heureux, Monſieur, lorſqu'il en trouve de votre caractère. Ce Principe une fois poſé, je crois que l'on peut déſinir la Morale la Science de la Société civile, ou ce qui revient au même, la Science qui dirige l'homme conſidéré comme membre de la Société. Le fondement de cette ſcience eſt cette maxime admirable dictée par la Vérité même : *Ne faites pas à autrui ce que vous ne voudriez pas qu'on vous fit à vous-même, & faites à autrui tout ce que vous voudriez qu'on vous fit à vous même.*

Les conſéquences directes qu'on tire de cette maxime, ſont autant de régles qui dirigent l'homme dans la conduite qu'il doit tenir vis-à-vis ſes ſupérieurs, vis-à-vis ſes égaux, & vis-à-vis ſes inférieurs. Mais pour être en état de les tirer ces con-

féquences, il faut travailler férieufement à vaincre fes paffions. Vous m'avez fait remarquer vous-même, dans la vie littéraire de Defcartes (*), que les paffions indomptées caufent des maux infinis; que ce font des torrens impétueux que les digues les plus fortes n'arrêtent prefque jamais : mais que ces mêmes paffions réglées, modérées, cultivées procuent les avantages les plus réels. Attachons-nous donc dans un Traité de Morale, non pas à difputer, en Métaphyficien, fur la nature des Paffions, mais à examiner, en homme raifonnable, les moyens qu'il faut mettre en ufage, pour les rendre utiles à la Société. Vous ferez cet examen, lorfque vous exécuterez votre Plan de Philofophie. Je fuis, &c.

RÉPONSE

Aux deux Lettres précédentes.

JE ne fçais, mon cher Chevalier, fi je remplirai jamais le plan de Philofophie qui forme le troifième volume de cet ou-

(*) Tome I. de cet Ouvrage, pag. 139.

vrage. Mais si je me détermine enfin à le remplir, ce ne sera que de concert avec vous. La Métaphysique & la Morale seront au moins votre lot; vous avez sur ces deux Sciences des idées nettes, justes & neuves; il n'en faut pas d'avantage pour faire un ouvrage utile & agréable au public. Je suis &c.

RÉCAPITULATION.

J'Ai eu soin d'avertir, au commencement de cet ouvrage (*), que mon commerce épistolaire avec le Chevalier de * * *, n'étoit pas une fiction imaginée à plaisir. J'ai recueilli avec soin toutes les lettres que nous nous sommes écrites pendant l'espace de 4 à 5 années; j'en ai fait un *tout*, en en faisant un recueil; & ce recueil est l'ouvrage même que je donne aujourd'hui au Public. Je ne suis pas inquiet sur le sort des deux premiers volumes; ils sont remplis de faits dont l'enchaînement forme deux vies littéraires qui paroissoient nous manquer. Il n'en est pas ainsi

(*) Tome I. pag. 15.

du troisième; il ne contient que trop souvent des explications hazardées, que j'ai données comme probables, & que bien des Philosophes critiqueront peut-être avec raison. Mais enfin je m'en console. Toute Physique présente bien des faussetés; la mienne seroit la meilleure, si elle en présentoit moins que les autres; *vitiis sine nemo nascitur, optimus ille est qui minimis urgetur (a).* Je proteste donc à tous ceux qui prendront la peine de lire ce Traité de Paix, qu'ils me feront un véritable plaisir, s'ils attaquent directement mon nouveau systéme de Philosophie, ou s'ils me suggérent des vûes qui me mettent en état de le perfectionner. Je leur addresse de bon cœur, en finissant, les paroles du Poëte que je viens de citer (*b*).

Vive, vale, si quid novisti rectius istis
Candidus imperti; si non, his utere mecum.

(*a*) Horace. Satyre 3, liv. 1.
(*b*) Horace. Epitre 6, liv. 1.

FIN.

TABLE

Des Matières contenues dans ce troisième Volume.

Nous n'avons pas parlé dans cette Table de la Préface qui ſe trouve au commencement de ce Volume. Elles contient 16 pages ; & elle préſente des anecdotes relatives à cette troiſième Partie. A cette Préface ſuccéde un Avis au Lecteur ; il forme les pages XVII & XVIII ; l'on y apprend la manière dont il faut étudier le ſyſtéme Newto-Cartéſien contenu dans ce troiſième Volume.

Fin de la Table.

Fautes à corriger.

PAge 39 *ligne* 13 tous *lisez* toutes.
page 55 *lig.* 3 le tout *lis.* tout le.
page 74 *lig.* 3 ſus *lis.* ſur.
page 75 *lig.* 20 l'effervence, *lis.* l'effervescence.
page 117 *lig.* 2 dix, *lis.* onze.
page 121 *lig.* 1 livre troiſième, *ajoutez* de la Phyſique céleſte.
page 123 *lig.* 7 loi Képler, *lis.* loi de Képler.
page 147 *lig.* 20 l'avertir, *lis.* les avertir.
page 148 *lig.* 14 qu'on obſervat, *lis.* qu'on les obſervat.
page 167 *lig.* 2 elles, *lis.* celles.
page 172 *lig.* 8 conſidere, *lis.* conſideré.
page 173 *lig.* 8 un, *lis.* une.
page 314 *lig.* 5 dix-neuvième, *lis.* dix-huitième.

Pour le Tome I.

page 182 *ligne* 12 qu'il, *liſez* quelle.

Pour le Tome II.

page 311 *ligne* 23 $\frac{1}{6}$ *liſez* $\frac{1}{16}$.

Avis au Relieur.

LEs quatre pages que l'on a imprimées à la suite de cette Table, forment deux cartons pour le premier volume de cet ouvrage. Ne manquez pas de les mettre à leur place. Le premier carton appartient à la feuille B, pages 27 & 28; le second à la feuille E, pages 117 & 118.

